

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Virginia Bergamaschi Tavares**

**ESTAÇÕES BRT: ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS E  
COMPONENTES PARA SUA QUALIFICAÇÃO**

Porto Alegre  
junho 2015

**VIRGINIA BERGAMASCHI TAVARES**

**ESTAÇÕES BRT: ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS E  
COMPONENTES PARA SUA QUALIFICAÇÃO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de  
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Engenheiro Civil

**Orientador: Luis Antonio Lindau**  
**Coorientador: Guillermo Sant'Anna Petzhold**

Porto Alegre  
junho 2015

**VIRGINIA BERGAMASCHI TAVARES**

**ESTAÇÕES BRT: ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS E  
COMPONENTES PARA SUA QUALIFICAÇÃO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pelos Coordenadores da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, junho de 2015

Prof. Luis Antonio Lindau  
PhD. pela University of Southampton  
Orientador

Guillermo Sant'Anna Petzhold  
Engenheiro civil pela Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul  
Coorientador

Profa. Carin Maria Schmitt  
Dra. pelo PPGA/UFRGS  
Coordenadora

Prof. Jean Marie Désir  
Dr. pela COPPE/UFRJ  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Luis Antonio Lindau  
(UFRGS)**  
PhD. pela University of Southampton

**Prof. João Fortini Albano  
(UFRGS)**  
Dr. pela Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul

**Cristina Albuquerque Moreira da Silva**  
Mestre pela Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul

**Guillermo Sant'Anna Petzhold**  
Engenheiro civil pela Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Ney e Cleusa, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Luis Antonio Lindau, meu orientador, pelo auxílio durante ao trabalho de conclusão e pelos conhecimentos transmitidos durante o curso de graduação.

Agradeço ao Guillermo Petzhold pela amizade, disposição e paciência durante a elaboração deste trabalho.

À Profa. Carin Maria Schmitt pela disponibilidade e paciência durante as consultas e por todo tempo dedicado à disciplina, contribuindo muito para a qualificação dos trabalhos de diplomação.

Agradeço à EMBARQ Brasil por me proporcionar a oportunidade de ir ao Rio de Janeiro conhecer o sistema BRT e ao Consórcio Operacional BRT, especialmente ao Alexandre Castro, ao Affonso Nunes e à Suzy Balloussier por me receberem no Centro de Controle Operacional e disponibilizarem seu tempo para darem valiosas contribuições a esse trabalho.

Agradeço à Paula Manoela dos Santos da Rocha e à Luísa Zottis, pelas sugestões e revisões do texto.

Em especial, agradeço aos meus pais, Ney e Cleusa, à minha irmã Bruna e à minha tia Sueli, por todo incentivo, amor, paciência e pelas inúmeras idas e vindas do Trensurb. Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Também agradeço aos amigos – de toda a vida e aos feitos durante a faculdade – pelo carinho, parceria e compreensão nos momentos de ausência e a todos que de alguma forma auxiliaram na realização desse trabalho.

“Você poderia me dizer que direção devo tomar a partir daqui?”, perguntou Alice. “Isso depende bastante de aonde você queira chegar.”, disse o Gato. “Eu não me importo aonde.”, replicou Alice. “Então não faz muita diferença qual caminho tome.”, disse o Gato.

*Lewis Carrol*

## RESUMO

Vistos os problemas de mobilidade urbana em grande parte das cidades brasileiras, em 2012 o Governo Federal sancionou a Política Nacional de Mobilidade Urbana, iniciando uma série de investimentos com o objetivo de incentivar e qualificar o transporte coletivo. Sistemas BRT (*Bus Rapid Transit*), que têm alta capacidade e baixo custo de implantação – quando comparáveis a sistemas sobre trilhos –, vêm recebendo parte importante desses investimentos. Dentre os diversos elementos que compõem um sistema BRT, as estações merecem destaque. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de avaliar estações BRT a partir das características e componentes presentes nelas. Com base nas características e componentes verificados na literatura consultada, elaboraram-se critérios que estruturaram a versão preliminar da ferramenta, denominada *checklist* para estações BRT. Esses critérios foram divididos em quatro módulos: acessibilidade, amenidades, interface estação-veículo e dimensionamento. Esta primeira versão do *checklist* foi aplicada em um sistema BRT brasileiro, comprovando a aplicabilidade da ferramenta desenvolvida. Através de uma entrevista, a primeira versão do *checklist* passou pela verificação com um especialista da área. Essa etapa teve como consequência a adição de novos critérios aos módulos já existentes, assim como a criação de um novo módulo: infraestrutura básica, gerando assim a versão final do *checklist* para estações BRT. Dessa forma, foi comprovada a aplicabilidade da ferramenta desenvolvida tanto para estações já implementadas como a possibilidade de utilizá-la em estações em fase de projeto.

Palavras-chave: *Bus Rapid Transit*. Qualificação das estações.  
Critérios para avaliação de estações. *Checklist* para estações BRT.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estação do BRT TransOeste, Rio de Janeiro .....	17
Figura 2 – Filas para entrar na estação do BRT TransMilenio, Bogotá .....	17
Figura 3 – Diagrama das etapas de pesquisa .....	21
Figura 4 – Ultrapassagem na zona da estação com pavimento em concreto e utilização de blocos para segregação da via de ônibus e tráfego misto .....	25
Figura 5 – Roda lateral acoplada à roda do veículo .....	26
Figura 6 – Via exclusiva para ônibus com rodas-guia no sistema O-Bahn, Adelaide .....	26
Figura 7 – Ônibus com tecnologia de guia magnética no sistema <i>Phileas</i> , Eindhoven ...	27
Figura 8 – Via com marcações ópticas e veículo utilizado no sistema TEOR, Rouen .....	28
Figura 9 – Veículo do Expresso DF Sul, Brasília .....	29
Figura 10 – Espaço reservado para bicicletas no veículo da <i>HealthLine</i> , Cleveland .....	30
Figura 11 – Estações fechadas permitem o pré-pagamento da passagem – TransMilenio, Bogotá .....	32
Figura 12 – Centro de Controle Operacional do BRT Rio, Rio de Janeiro .....	34
Figura 13 – Painel de mensagem variável no MOVE, Belo Horizonte .....	35
Figura 14 – Parada de ônibus convencional no corredor Av. Osvaldo Aranha, Porto Alegre .....	37
Figura 15 – Conforto no interior das estações do MOVE, Belo Horizonte .....	37
Figura 16 – Plataforma elevatória da estação-tubo, Curitiba .....	40
Figura 17 – Prolongamento do corrimão em escadas .....	41
Figura 18 – Prolongamento do corrimão em rampas .....	41
Figura 19 – Altura do corrimão em escadas .....	42
Figura 20 – Altura do corrimão em rampas .....	42
Figura 21 – Altura do guarda-corpo .....	42
Figura 22 – Catraca de braço móvel na estação do TransMilenio, Bogotá .....	43
Figura 23 – Guichê de atendimento com desenho universal – Aeroporto de Guarulhos .	44
Figura 24 – Mapa do BRT Rio .....	46
Figura 25 – Mapa tátil – Metrô Rio .....	47
Figura 26 – Totem de recarga no sistema TransOeste, Rio de Janeiro .....	50
Figura 27 – Iluminação noturna da estação do MOVE, Belo Horizonte .....	51
Figura 28 – Alinhamento do veículo na estação do Metrobús, Cidade do México .....	53
Figura 29 – Ponte de embarque em Curitiba .....	55
Figura 30 – Detalhe do formato curvo do <i>Kassel kerb</i> .....	55
Figura 31 – Roda acoplada ao veículo – <i>HealthLine</i> , Cleveland .....	56

Figura 32 – Alinhamento do veículo na estação da <i>HealthLine</i> , Cleveland .....	56
Figura 33 – Alinhamento das portas da estação e do veículo no MOVE, Belo Horizonte .....	57
Figura 34 – Extensão da cobertura da estação do Metrobús, Cidade do México .....	58
Figura 35 – Estação simples do sistema MOVE, Belo Horizonte .....	59
Figura 36 – Distância mínima entre módulos da estação .....	61
Figura 37 – Configurações das estações do sistema TransMilenio, Bogotá .....	61
Figura 38 – Zonas funcionais da estação BRT .....	64
Figura 39 – Traçado do BRT TransOeste, Rio de Janeiro .....	73
Figura 40 – Estação Bosque da Barra – TransOeste, Rio de Janeiro .....	73
Figura 41 – Guarda-corpo com laterais fechadas e corrimão acoplado – MOVE, Belo Horizonte .....	75
Figura 42 – Conforto térmico nas estações BRT do Rio de Janeiro .....	77
Figura 43 – Indicação do local de parada do veículo para alinhamento das portas do veículo e da estação .....	80
Figura 44 – Borda externa da estação .....	81

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Opções de veículos e capacidades de passageiros .....	29
Quadro 2 – Dimensionamento de rampas .....	39
Quadro 3 – Nível de serviço para áreas de espera .....	62
Quadro 4 – Nível de serviço para áreas de circulação .....	63
Quadro 5 – <i>Checklist</i> para estações BRT: acessibilidade universal .....	68
Quadro 6 – <i>Checklist</i> para estações BRT: amenidades .....	69
Quadro 7 – <i>Checklist</i> para estações BRT: interface estação-veículo .....	70
Quadro 8 – <i>Checklist</i> para estações BRT: dimensionamento .....	71
Quadro 9 – Versão final do <i>checklist</i> para estações BRT: acessibilidade universal .....	86
Quadro 10 – Versão final do <i>checklist</i> para estações BRT: amenidades .....	87
Quadro 11 – Versão final do <i>checklist</i> para estações BRT: interface estação-veículo ....	88
Quadro 12 – Versão final do <i>checklist</i> para estações BRT: dimensionamento .....	89
Quadro 13 – Versão final do <i>checklist</i> para estações BRT: infraestrutura básica .....	90

## **LISTA DE SIGLAS**

BRT – *Bus Rapid Transit*

CCO – Centro de Controle Operacional

FABUS – Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus

GPS – *Global Positioning System*

HCM – *Highway Capacity Manual*

ITS – *Intelligent Transport Systems* (Sistemas Inteligentes de Transportes)

LED – *Light Emitting Diode*

NS – Nível de Serviço

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

TIC – Tecnologia da Informação e de Comunicação

TP – Transporte Público

## LISTA DE SÍMBOLOS

$L_{\text{esp}}$  – largura da zona de espera para cada bloco (m)

$\text{Pass}_{\text{esp}}$  – número máximo de passageiros esperando durante o horário de pico (pass)

$A_{\text{esp}}$  – área média por pedestre ( $\text{m}^2/\text{pass}$ )

$C$  – comprimento do ônibus que atende o bloco (m)

$L_{\text{circ}}$  – largura da zona de circulação (m)

$\text{Pass}_{\text{circ}}$  – número de passageiros circulando em um intervalo de tempo durante o horário de pico (pass)

$T$  – intervalo de tempo (min)

$V$  – fluxo por unidade de largura (pass/m/min)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....	19
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....	19
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	19
<b>2.2.1 Objetivo principal</b> .....	19
<b>2.2.2 Objetivo secundário</b> .....	19
2.3 PREMISSA .....	19
2.4 DELIMITAÇÕES .....	20
2.5 LIMITAÇÕES .....	20
2.6 DELINEAMENTO .....	20
<b>3 BUS RAPID TRANSIT (BRT)</b> .....	23
3.1 VIAS .....	24
<b>3.1.1 Material de pavimentação</b> .....	24
<b>3.1.2 Configuração das faixas</b> .....	24
<b>3.1.3 Orientação por guias</b> .....	25
3.1.3.1 Guia física .....	26
3.1.3.2 Guia magnética .....	26
3.1.3.3 Guia óptica .....	27
3.2 VEÍCULOS .....	28
<b>3.2.1 Capacidade do veículo</b> .....	29
<b>3.2.2 Layout interno</b> .....	29
<b>3.2.3 Preocupação ambiental</b> .....	30
<b>3.2.4 Portas do veículo</b> .....	31
3.3 SISTEMAS DE COBRANÇA .....	31
3.4 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES .....	33
<b>3.4.1 Centro de Controle Operacional</b> .....	33
<b>3.4.2 Controle semafórico</b> .....	34
<b>3.4.3 Painéis de mensagem variável</b> .....	34
<b>3.4.4 Câmeras de segurança</b> .....	35
3.5 SERVIÇO E PLANO OPERACIONAL .....	36
3.6 MARCA .....	36
<b>4 ESTAÇÕES BRT</b> .....	37
4.1 ACESSIBILIDADE UNIVERSAL .....	38

<b>4.1.1 Rampas</b> .....	38
<b>4.1.2 Plataforma elevatória</b> .....	39
<b>4.1.3 Escadas</b> .....	40
<b>4.1.4 Corrimãos e guarda-corpos</b> .....	41
<b>4.1.5 Piso tátil</b> .....	42
<b>4.1.6 Catracas</b> .....	43
<b>4.1.7 Bilheterias</b> .....	44
4.2 AMENIDADES .....	44
<b>4.2.1 Sistemas de informação aos passageiros</b> .....	45
4.2.1.1 Sistema estático .....	45
4.2.1.2 Sistema dinâmico .....	47
<b>4.2.2 Serviços de conforto</b> .....	48
4.2.2.1 Bancos e barras de apoio .....	48
4.2.2.2 Limpeza .....	49
4.2.2.3 Conforto climático .....	49
4.2.2.4 Tecnologia .....	50
4.2.2.5 Totens de recarga .....	50
<b>4.2.3 Sistemas de segurança</b> .....	51
4.2.3.1 Iluminação .....	51
4.2.3.2 Monitoramento de câmeras de vídeo .....	52
4.3 INTERFACE ESTAÇÃO-VEÍCULO .....	52
<b>4.3.1 Altura da plataforma da estação e do veículo</b> .....	52
<b>4.3.2 Gap entre a plataforma da estação e do veículo</b> .....	53
4.3.2.1 Ponte de embarque .....	54
4.3.2.2 <i>Kassel kerb</i> .....	55
4.3.2.3 Rodas-guia .....	56
4.3.2.4 Tecnologias ITS .....	56
<b>4.3.3 Alinhamento entre as portas da estação e do veículo</b> .....	57
<b>4.3.4 Extensão da cobertura da estação</b> .....	57
4.4 DIMENSIONAMENTO .....	58
<b>4.4.1 Comprimento da estação</b> .....	59
4.4.1.1 Estações simples .....	59
4.4.1.2 Estações com múltiplas baias de parada .....	59
4.4.1.3 Módulos de uma mesma estação .....	60
4.4.1.4 Considerações sobre o comprimento da estação .....	61

<b>4.4.2 Largura da estação</b> .....	62
4.4.2.1 Áreas de espera .....	62
4.4.2.2 Áreas de circulação .....	63
4.4.2.3 Dimensionamento da largura – plataformas como áreas de espera .....	63
4.4.2.4 Critério adotado .....	66
<b>5 CHECKLIST PARA ESTAÇÕES BRT</b> .....	67
<b>6 APLICAÇÃO E VERIFICAÇÃO DO CHECKLIST</b> .....	72
6.1 BRT TRANSOESTE .....	72
6.2 ESTAÇÃO BOSQUE DA BARRA .....	73
6.3 APLICAÇÃO DO <i>CHECKLIST</i> .....	74
6.4 VERIFICAÇÃO DO <i>CHECKLIST</i> .....	74
<b>6.4.1 Acessibilidade universal</b> .....	74
6.4.1.1 Rampas .....	74
6.4.1.2 Corrimãos e guarda-corpos .....	75
6.4.1.3 Piso tátil .....	75
<b>6.4.2 Amenidades</b> .....	76
6.4.2.1 Bancos e barras de apoio .....	76
6.4.2.2 Lixeiras .....	76
6.4.2.3 Conforto climático .....	77
6.4.2.4 Totens de recarga .....	77
6.4.2.5 Iluminação .....	78
6.4.2.6 Monitoramento de câmeras de vídeo .....	78
6.4.2.7 Instalações para funcionários da estação .....	78
<b>6.4.3 Interface estação-veículo</b> .....	79
6.4.3.1 <i>Gap</i> entre plataforma da estação e do veículo .....	79
6.4.3.2 Alinhamento entre as portas da estação e do veículo .....	79
6.4.3.3 Portas da estação .....	80
<b>6.4.4 Dimensionamento</b> .....	80
6.4.4.1 Comprimento da estação .....	80
6.4.4.2 Largura da estação .....	81
6.4.4.3 Bilheterias .....	82
6.4.4.4 Estações com altas demandas .....	82
<b>6.4.5 Infraestrutura básica</b> .....	82
6.4.5.1 Rede de água e esgoto .....	83
6.4.5.2 Rede de energia elétrica .....	83

6.4.5.3 Dutos para fibra óptica .....	83
<b>6.4.6 Materiais construtivos .....</b>	<b>83</b>
<b>6.4.7 Manutenção das estações .....</b>	<b>84</b>
<b>7 VERSÃO FINAL DO CHECKLIST PARA ESTAÇÕES BRT .....</b>	<b>85</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>91</b>
REFERÊNCIAS .....	93
ANEXO A .....	99



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico do Brasil, atrelado aos incentivos fiscais para a compra de veículos, levaram a um crescimento superior a 120% na frota de automóveis e motos entre abril de 2005 e abril de 2015 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2015). Esses altos índices de motorização evidenciaram um grave problema na infraestrutura das principais cidades brasileiras, que apresentam recordes de congestionamento. Vasconcellos (2013) diz que pedestres e usuários de transporte público são os grupos mais prejudicados pelos congestionamentos. O autor destaca que “Os usuários do transporte público são prejudicados porque o congestionamento provocado pelos automóveis reduz a velocidade dos ônibus, obrigando a usar uma frota maior, que custará mais para ser operada e elevará a tarifa.” (VASCONSELLOS, 2013, p. 12). O tempo perdido, devido aos congestionamentos combinados com a ineficiência do transporte coletivo, resultou em uma queda de 30% na demanda de passageiros nos últimos dezoito anos (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2014).

Frente a esse panorama, em 2011, com o lançamento da segunda fase do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o Governo Federal garantiu recursos para melhoria do transporte coletivo através do PAC Mobilidade Grandes Cidades (CIDADES..., 2012). Além disso, em 2012, o Governo sancionou a Política Nacional de Mobilidade Urbana, que tem como “Um dos principais objetivos aumentar a participação do transporte coletivo e do não motorizado na matriz de deslocamento da população.” (BRASIL, 2012, p. 21). Como síntese desses projetos, percebe-se uma oportunidade de melhoria do sistema de transportes nas cidades brasileiras.

Uma das formas de prover essa melhoria é através de sistemas BRT (*Bus Rapid Transit*), que aliam as características de flexibilidade dos ônibus com a qualidade dos sistemas sobre trilhos (FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION, 2009; WRIGHT; HOOK, 2008). Há 589 km de sistemas BRT em implantação no Brasil com investimentos do Governo Federal, o que indica o reconhecimento dessa modalidade como uma solução eficiente para os problemas de mobilidade de nossas cidades (BRASIL, 2013).

De acordo com Levinson et al.<sup>1</sup> (2003, p. 12 apud WRIGHT; HOOK, 2008, p. 12, grifo nosso), o BRT pode ser definido como “Um modo de transporte público sobre pneus, veloz e flexível, que combina **estações**, veículos, serviços, vias e elementos de sistema inteligente de transporte (ITS) em um sistema integrado [...]”. Existem diversos elementos que compõem os sistemas BRT, porém uma das principais características de infraestrutura física de BRT está relacionada às estações. A estação é o primeiro contato do passageiro com o sistema; assim, ela pode imprimir uma identidade moderna e única (WRIGHT; HOOK, 2008), como mostra a figura 1. Entretanto, ao mesmo tempo em que as estações podem atrair clientes, elas podem ser um gargalo para a capacidade do sistema se não estiverem bem dimensionadas (figura 2).

Figura 1 – Estação do BRT TransOeste, Rio de Janeiro



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>2</sup>, 2012a)

Figura 2 – Filas para entrar na estação do BRT TransMilenio, Bogotá



(fonte: CAVALCANTI<sup>3</sup>, 2012)

Em razão disso, este trabalho busca especificar as principais características e componentes que qualificam as estações de sistemas BRT, visto que este assunto não é amplamente abordado na literatura existente. A partir do levantamento dos atributos, um *checklist* foi elaborado como ferramenta de avaliação de estações BRT. Dessa forma, este trabalho pode servir para analisar e qualificar estações já implementadas, bem como pode ser inspiração para aprimorar as estações dos futuros sistemas.

<sup>1</sup> LEVINSON, H.; ZIMMERMAN, S.; CLINGER, J.; RUTHERFORD, S.; SMITH, R.; CRACKNELL, J.; SOBERMAN, R. **Bus Rapid Transit: case studies in Bus Rapid Transit**. Washington: US Transit Cooperative Research Program, 2003. TCRP Report 90. v. 1.

<sup>2</sup> Foto de Mariana Gil.

<sup>3</sup> Foto de Carlos Pardo.

O trabalho está dividido em oito capítulos. O capítulo 1 apresenta as considerações iniciais do trabalho, contextualizando o assunto e identificando a importância de estudá-lo. O capítulo 2 descreve as diretrizes da pesquisa aplicadas neste trabalho. Frutos da revisão bibliográfica, o capítulo 3 aborda as características gerais de um sistema BRT e o capítulo 4 descreve as características e componentes das estações BRT. O capítulo 5 explica a metodologia utilizada para elaboração do *checklist*, assim como apresenta sua versão inicial. O capítulo 6, resultado da aplicação e verificação em campo do instrumento, traz novas considerações ao *checklist*, que é apresentado em sua versão final no capítulo 7. Por fim, o capítulo 8 apresenta as considerações finais do trabalho.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho é: que instrumento pode ser desenvolvido e verificado para se realizar uma avaliação das características e componentes que qualificam as estações BRT?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O objetivo principal do trabalho é o desenvolvimento e a verificação de um *checklist* que avalie as características e componentes que qualificam as estações BRT.

#### **2.2.2 Objetivo secundário**

O objetivo secundário do trabalho é a descrição das características e componentes que, ao se fazerem presentes em estações BRT, agregam qualidade a elas.

### **2.3 PREMISSA**

O trabalho tem por premissa que existem diferentes configurações de estações BRT, porém nem todas elas contemplam as características e componentes necessários para qualificação das estações.

## 2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se à análise de características e componentes de estações fechadas em sistemas BRT.

## 2.5 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

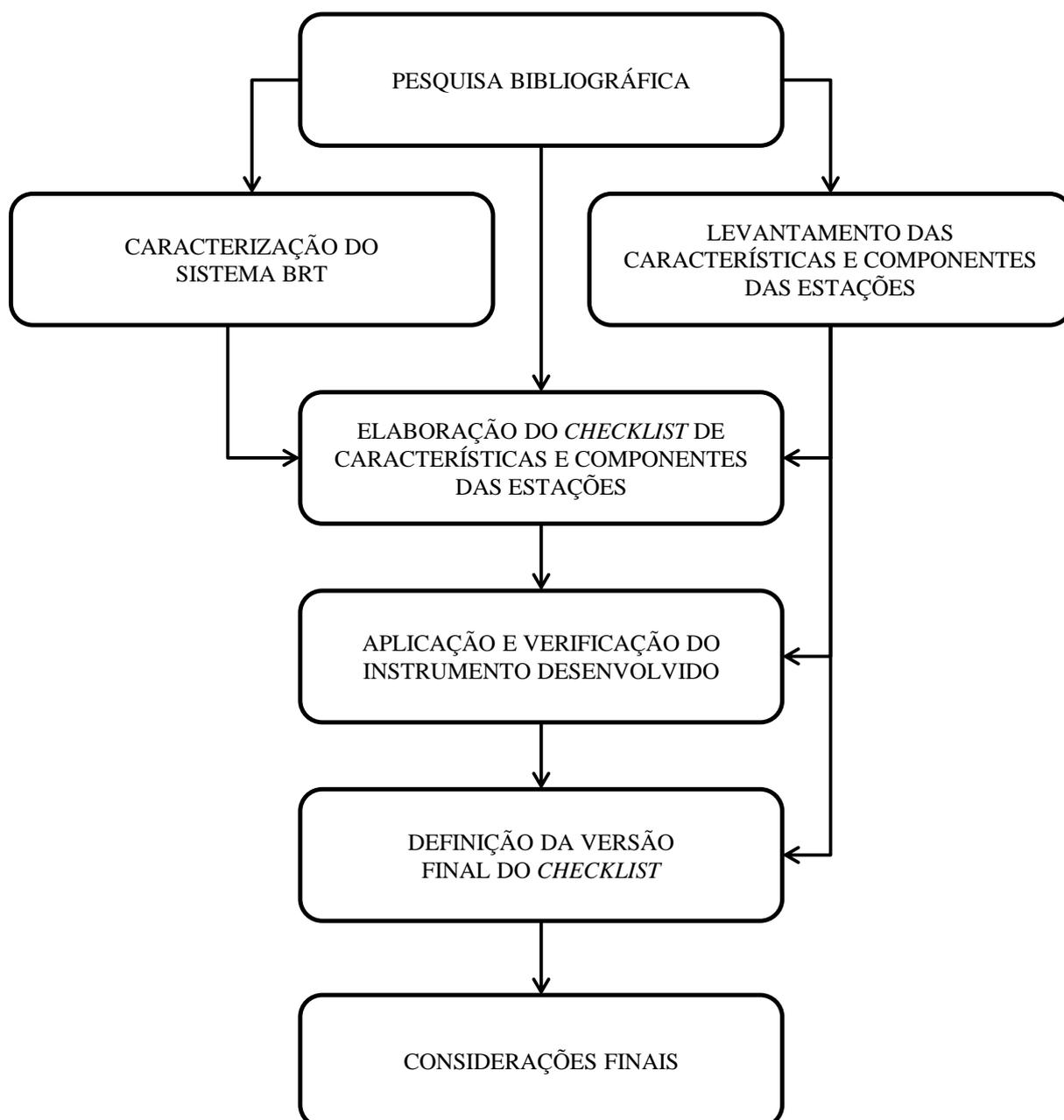
- a) devido à restrição de tempo e recursos, a verificação do *checklist* foi realizada somente em um sistema BRT;
- b) as características e componentes avaliados se restringem aos que já são citados na bibliografia consultada e, posteriormente à visita, os verificados *in loco* e através de entrevista com especialista.

## 2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir que estão representadas na figura 3 e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) caracterização do sistema BRT;
- c) levantamento das características e componentes das estações;
- d) elaboração do *checklist* de características e componentes das estações;
- e) aplicação e verificação do instrumento desenvolvido;
- f) definição da versão final do *checklist*;
- g) considerações finais.

Figura 3 – Diagrama das etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pela autora)

Na primeira etapa do trabalho foi realizada uma **pesquisa bibliográfica** para obtenção de maior conhecimento sobre o tema abordado na pesquisa. Para isto, buscou-se artigos, livros e publicações de pesquisadores e instituições reconhecidas na área de transportes – especialmente em sistemas BRT. Esta etapa foi direcionada para a **caracterização do sistema BRT**, em que os principais elementos para a constituição de um sistema BRT são explicados. Na etapa do **levantamento das características e componentes das estações**, os atributos que qualificam as estações BRT foram descritos.

Em seguida partiu-se para a **elaboração do *checklist* de características e componentes das estações**, que foi preparado a partir dos elementos verificados na etapa anterior. Posteriormente, a etapa de **aplicação e verificação do instrumento desenvolvido** compreendeu a visita em uma estação do BRT TransOeste e uma entrevista com um especialista para averiguação da aplicabilidade dos critérios elaborados e prospecção de novos itens para a lista. Na etapa seguinte, realizou-se a **definição da versão final do *checklist*** a partir das constatações feitas na etapa anterior. Por fim, foram escritas as **considerações finais**.

### **3 BUS RAPID TRANSIT (BRT)**

O sistema BRT agrega elementos que o torna distinto quando comparado a serviços de ônibus convencionais. Conforme o *Federal Transit Administration* (2009), a integração desses elementos melhora o desempenho do sistema, tornando a experiência do cliente do transporte coletivo mais agradável. Ainda segundo o autor, esses elementos podem ser classificados como:

- a) elementos principais,
  - vias;
  - estações;
  - veículos;
  - sistemas de cobrança;
  - sistemas inteligentes de transportes (ITS);
  - serviço e plano operacional;
  - marca;
- b) atributos de desempenho do sistema,
  - economia do tempo de viagem;
  - confiabilidade;
  - identidade e imagem;
  - segurança;
  - capacidade;
  - acessibilidade;
- c) benefícios do sistema,
  - aumento do número de passageiros;
  - efetividade do custo de capital;
  - eficiência do custo operacional;
  - desenvolvimento orientado ao transporte;
  - qualidade ambiental.

Este capítulo do trabalho aborda os **elementos principais**<sup>4</sup> do sistema, que reúnem as características do sistema BRT.

### 3.1 VIAS

A infraestrutura viária é um dos principais elementos de um sistema BRT. Para permitir o desempenho do sistema, é importante que os veículos BRT tenham a menor interferência possível do restante do fluxo da superfície viária (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2010). Isso pode ser garantido através de corredores no canteiro central da via, que diminuem o conflito de conversões quando comparado a corredores adjacentes ao meio-fio. Além disso, a utilização de segregadores (figura 5) físicos como canteiros com jardins, blocos, cones fixos, grades metálicas ou muros inibem a entrada de veículos indesejados na via de ônibus (WRIGHT; HOOK, 2008).

#### 3.1.1 Material de pavimentação

O pavimento deve ser dimensionado de forma a suportar o efeito dinâmico dos veículos, pois a qualidade da via influencia diretamente na velocidade do sistema (WRIGHT; HOOK, 2008). Dessa forma, o concreto torna-se uma melhor opção quando comparado ao asfalto. Porém, segundo os autores, em casos onde não há recursos financeiros disponíveis, pode-se optar pela utilização de concreto somente na região das estações, onde o pavimento é mais solicitado (figura 5).

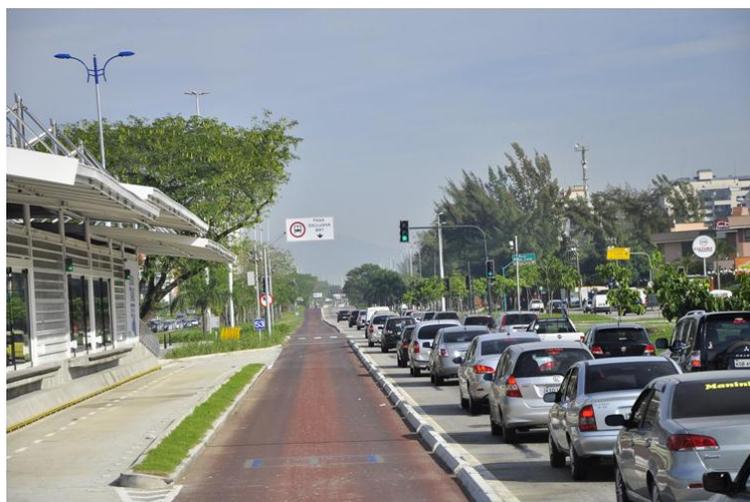
#### 3.1.2 Configuração das faixas

Outra característica da infraestrutura viária que tem influência no desempenho do sistema é a configuração das faixas. A presença de ultrapassagem na zona da estação (figura 4) permite a operação de serviços expressos (que ligam os terminais de forma direta), serviços acelerados (que atendem algumas estações) e serviços paradores (que atendem todas as estações). Ainda pode-se prever faixa dupla – para cada sentido – em toda a extensão do sistema, conferindo ainda mais agilidade ao BRT (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2010).

---

<sup>4</sup> Por serem o foco do estudo, as estações serão discutidas no próximo capítulo.

Figura 4 – Ultrapassagem na zona da estação com pavimento em concreto e utilização de blocos para segregação da via de ônibus e tráfego misto



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>5</sup>, 2012b)

### 3.1.3 Orientação por guias

A via do BRT pode ser orientada por guias, que fornecem uma direção mais precisa ao operador do ônibus. A *American Public Transportation Association* (2010b, p. 27, tradução nossa) afirma que:

Esses sistemas também fornecem ao ônibus a capacidade para orientar-se através de meios computadorizados ou mecânicos. O motorista do ônibus ainda opera o acelerador e freio, de forma semelhante ao operador de um trem, mas com mãos livres do volante, exceto em situações de emergência.

Segundo o *BRT Centre of Excellence* et al. (2015a) os três tipos de guia utilizados em sistemas de ônibus são:

- a) guia física;
- b) guia magnética;
- c) guia óptica.

Nos próximos itens é explicado cada um dos tipos de guias.

---

<sup>5</sup> Foto de Mariana Gil.

### 3.1.3.1 Guia física

Rodas-guia são utilizadas como guia física e consistem em uma pequena roda lateral acoplada às rodas do veículo que permitem um contato vertical com o meio-fio (figura 5 e 6) (AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION, 2010b). Segundo o *Federal Transit Administration* (2009, p. 2-9), “Os ônibus podem conduzir naturalmente fora da via exclusiva.”, o que – segundo o autor – permite que o sistema de orientação por rodas-guia seja utilizado somente em trechos mais congestionados e também possibilita que o sistema BRT passe por lugares com restrições de largura, já que a via exclusiva pode ter entre 2,7 e 2,8 m quando guiada, enquanto a largura típica de sistemas BRT está entre 3,3 e 3,7 m (WRIGHT; HOOK, 2008; BRASIL, 2014).

Figura 5 – Roda lateral acoplada à roda do veículo



(fonte: WIKIPEDIA<sup>6</sup>, 2006b)

Figura 6 – Via exclusiva para ônibus com rodas-guia no sistema O-Bahn, Adelaide



(fonte: WIKIPEDIA<sup>7</sup>, 2006a)

### 3.1.3.2 Guia magnética

Conforme a *American Public Transportation Association* (2010b), a guia magnética (figura 7) funciona através de ímãs que são instalados em intervalos de 4 metros no corredor. A *American Public Transportation Association* (2010b, p. 27, tradução nossa) ainda explica que:

<sup>6</sup> Foto de Beneaththelandslide.

<sup>7</sup> Idem.

Um sensor no veículo detecta o material magnético, usando-o para determinar o desvio lateral do veículo a partir do magneto. Este desvio é então transmitido para um computador de bordo para calcular a correção da direção, a fim de guiar o veículo ao longo de uma trajetória programada.

Figura 7 – Ônibus com tecnologia de guia magnética no sistema *Phileas*, Eindhoven



(fonte: WIKIPEDIA<sup>8</sup>, 2006c)

### 3.1.3.3 Guia óptica

Nessa tecnologia, uma câmera é instalada na parte frontal do veículo para detectar as marcações no pavimento e assim determinar a trajetória que deve ser seguida (AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION, 2010b). Segundo Donath et al. (2003, p. 26, tradução nossa):

A câmera está conectada a um módulo de visão que analisa a imagem e envia informações a um módulo de orientação que também recebe dados da direção do sistema [...]. O módulo de orientação utiliza todos os dados de entrada para calcular uma correção do caminho e envia os comandos apropriados para uma direção elétrica motorizada.

Jim et al. (2005, p. 2-7, tradução nossa) destacam que “O operador pode desengatar a orientação automatizada, assumindo o controle do volante a qualquer momento.”. Ainda segundo os autores, a leitura das marcações no pavimento pode ser dificultada devido à presença de sujeiras na pista, o que evidencia o cuidado que deve existir para o bom funcionamento do sistema. A figura 8 mostra a utilização da guia magnética no sistema BRT TEOR.

<sup>8</sup> Foto de S. P. Smiler.

Figura 8 – Via com marcações ópticas e veículo utilizado no sistema TEOR, Rouen



(fonte: WIKIPEDIA<sup>9</sup>, 2013)

### 3.2 VEÍCULOS

Por serem um dos elementos mais aparentes do sistema – juntamente à via e às estações – os veículos têm grande importância na criação de uma identidade para o sistema BRT. Eles podem criar uma percepção de modernidade ao sistema, cativando os passageiros e também atraindo novos clientes (figura 9). Ademais, segundo Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2010, p. 22), “Os veículos BRT devem ser definidos levando em conta a sua forte influência sobre a capacidade, tempo de viagem, confiabilidade do serviço e os custos de operação e manutenção.”, o que reflete o importante papel que o veículo exerce no desempenho do sistema.

---

<sup>9</sup> Foto de Smiley.toerist.

Figura 9 – Veículo do Expresso DF Sul, Brasília

(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>10</sup>, 2014g)

### 3.2.1 Capacidade do veículo

Como o veículo é o local do sistema no qual o cliente passa mais tempo, é importante que a sua capacidade, combinada com a frequência de serviço, seja correspondente à demanda (WRIGHT; HOOK, 2008). Assim, a escolha do tipo de veículo deve estar embasada nos estudos realizados para a implantação do sistema. O quadro 1 apresenta os tipos de veículos mais utilizados em sistemas BRT, juntamente com seu comprimento e respectiva capacidade de passageiros.

Quadro 1 – Opções de veículos e capacidades de passageiros

Tipo de veículo	Comprimento [m]	Capacidade [passageiros]
Biarticulado	24,0	240 – 270
Articulado	18,5	120 – 170
<i>Standard</i>	12,0	60 – 80

(fonte: adaptado de WRIGHT; HOOK, 2008, p. 439)

### 3.2.2 Layout interno

O *layout* interno do veículo deve ser confortável, garantindo que mesmo as pessoas que fiquem em pé durante a viagem tenham dispositivos de apoio para amenizar o desconforto,

<sup>10</sup> Foto de Mariana Gil.

como alças e barras de apoio (WRIGHT; HOOK, 2008). Os autores ainda sugerem que o veículo pode possuir janelas panorâmicas, que possibilitam a vista do ambiente externo, facilitando a localização dos passageiros. Além disso, o desenho interno do veículo pode prever local para bicicletas, possibilitando o embarque de ciclistas em horários fora de pico (figura 10). Essas características podem gerar viagens mais agradáveis, influenciando positivamente a opinião do cliente sobre o sistema.

Figura 10 – Espaço reservado para bicicletas no veículo da *HealthLine*, Cleveland



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>11</sup>, 2012c)

### 3.2.3 Preocupação ambiental

Como o sistema BRT tem a função de contribuir na melhoria da qualidade ambiental, a utilização de tecnologias limpas aos veículos torna-se importante. Porém, Branco (2013, p. 31) ressalta que:

[...] a opção mais adequada requer uma análise ao impacto que essa tecnologia terá na qualidade do serviço e principalmente na lucratividade do sistema, uma vez que a seleção do combustível e da tecnologia de propulsão, para além de alterarem os níveis de emissões, também tem um grande impacto nos custos de manutenção e operação e nas infraestruturas de apoio necessárias.

Assim, a escolha da tecnologia deve avaliar não só o investimento inicial, mas também os fatores que terão influência na operação e manutenção do veículo.

<sup>11</sup> Foto de Mariana Gil.

### 3.2.4 Portas do veículo

Quantidade e localização das portas são outras importantes características que devem ser avaliadas no momento da escolha do veículo (WRIGHT; HOOK, 2008). Portas largas permitem maior agilidade e rapidez no embarque e desembarque. Os autores também destacam que outro aspecto que confere fluidez na hora do atendimento à estação é o embarque em nível – ou seja, sem degraus na entrada do veículo.

Conforme a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2010, p. 24) é imprescindível prever “Portas em ambos os lados sempre que for necessário atender embarques e desembarques em plataformas centrais e laterais – isso pode ser necessário quando os veículos BRT também realizam captação de usuários fora dos corredores atendendo paradas convencionais.”.

É importante que essas características estejam em consonância com o projeto da estação, pois unidas reduzem o tempo de permanência do veículo na estação, garantindo assim o bom desempenho do sistema.

## 3.3 SISTEMAS DE COBRANÇA

A cobrança da tarifa em sistemas BRT pode ser realizada de três formas distintas:

- a) cobrança e verificação do pagamento fora do veículo;
- b) cobrança fora do veículo e verificação a bordo;
- c) pagamento no interior do veículo.

A cobrança e verificação do pagamento fora do veículo exigem que o sistema esteja preparado para isso. Estações fechadas (figura 11) são determinantes para que haja separação entre os clientes que já pagaram daqueles que ainda não o fizeram, e sua construção acarreta aumento dos custos de implantação do BRT. Porém esse sistema de cobrança reduz as demoras do pagamento a bordo, diminuindo o tempo de permanência do veículo na estação. Dessa forma, é a mais recomendada para sistemas BRT, já que garante mais agilidade aos serviços. Além disso, remove o manuseio de dinheiro no interior dos ônibus, reduzindo os incidentes de roubos (WRIGHT; HOOK, 2008).

Figura 11 – Estações fechadas permitem o pré-pagamento da passagem – TransMilenio, Bogotá



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>12</sup>, 2012h)

A cobrança fora do veículo e a verificação a bordo são muito comuns em sistemas europeus, onde o cliente realiza o pagamento nas estações e posteriormente um fiscal pode realizar sua validação no interior do veículo (WRIGHT; HOOK, 2008). Caso o fiscal verifique o não pagamento, o passageiro é submetido à multa. Dessa forma, esse sistema pode resultar em perdas de receitas caso haja evasão do pagamento da tarifa; contudo, não exige a construção de estações fechadas, o que reduz os custos de construção e manutenção da estação.

O pagamento no interior do veículo é a forma mais comum de cobrança de tarifa em sistemas de ônibus. Essa forma exige a presença de outro funcionário no interior do veículo, ou impõe outra atividade ao motorista. A grande desvantagem desse modelo são as demoras causadas pela cobrança de tarifa no momento do embarque.

Conforme Wright e Hook (2008, p. 480), o sistema de cobrança pode ser feito através de:

- a) moedas;
- b) fichas;
- c) bilhetes de papel;
- d) cartões com tarja magnética;
- e) cartões eletrônicos (*smartcards*).

---

<sup>12</sup> Foto de Mariana Gil.

A forma de cobrança da tarifa está relacionada com qual sistema de cobrança o serviço adotará. Com a evolução da tecnologia e consequente redução dos custos de implantação, a bilhetagem eletrônica tem sido a forma mais utilizada em sistemas de ônibus – sejam eles sistemas BRT ou serviços convencionais –, pois além de permitirem facilmente a integração tarifária, possibilitam a coleta de diversas informações sobre as viagens dos passageiros (WRIGHT; HOOK, 2008).

### 3.4 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES

Segundo Marte et al. (2012, p. 101):

Para que o sistema BRT alcance os níveis mais altos de eficiência (menos custos e maior confiabilidade), segurança e conforto – para os usuários do TP [Transporte Público] urbano é fundamental a utilização dos avanços nas áreas de tecnologia da informação e de comunicação (TIC). O BRT é um conceito que apresenta, de forma clara, a evolução dos serviços de transporte com a aplicação combinada de tecnologias de Sistemas Inteligentes de Transportes (*Intelligent Transport Systems – ITS*) com um uso mais moderno do espaço urbano e políticas de transporte.

Sistemas inteligentes de transportes podem exercer melhorias substanciais na eficiência do BRT. Assim, cada cidade pode optar pelas tecnologias que mais se adaptam à realidade de seu sistema BRT, tanto na questão de custos de implantação quanto na necessidade de aplicação das mesmas.

#### 3.4.1 Centro de Controle Operacional

Sistemas inteligentes de transportes têm fortes aplicações em Centros de Controle Operacional (CCO) (figura 12). Através de tecnologias como o GPS (*Global Positioning System*), que permite o rastreamento do veículo, o CCO pode evitar aglomerações dos ônibus através do controle *on-line* de *headway*<sup>13</sup>, reagir rapidamente em casos de urgências e alocar recursos para aumentar a oferta em casos de alterações de demanda (WRIGHT; HOOK, 2008).

---

<sup>13</sup> Intervalo de tempo entre veículos:  $headway = 1/frequência$ .

Figura 12 – Centro de Controle Operacional do BRT Rio, Rio de Janeiro



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>14</sup>, 2014d)

### 3.4.2 Controle semafórico

O controle semafórico também é uma funcionalidade de ITS. A prioridade nos tempos de semáforo para a via do BRT pode ser inserida com a extensão de verdes ou a redução de vermelhos (WRIGHT; HOOK, 2008). A inserção de detectores na faixa para informar ao controlador do semáforo que um ônibus está se aproximando permite alterar os tempos semafóricos para evitar que os ônibus parem. Porém é importante que essa tecnologia seja aplicada com cautela, pois sistemas com *headways* pequenos podem implicar prioridade permanente para a passagem dos ônibus, tornando as outras direções de tráfego indisponíveis (WRIGHT; HOOK, 2008).

### 3.4.3 Painéis de mensagem variável

Outra forma de utilização de ITS é por meio de painéis de mensagem variável (figura 13). A possibilidade de prover informações em tempo real sobre os serviços do BRT e também sobre outros incidentes do sistema proporcionam ao cliente uma maior confiabilidade. Wright e Hook (2008, p. 493) afirmam que: “Informações em tempo real ajudam a diminuir o desgaste da espera, que afeta passageiros que não sabem quando, ou se uma determinada linha está para chegar.”.

---

<sup>14</sup> Foto de Mariana Gil.

Figura 13 – Painel de mensagem variável no MOVE, Belo Horizonte



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>15</sup>, 2014f)

Segundo os autores, os painéis de mensagem variável podem ser disponibilizados até mesmo fora dos limites fechados da estação, dessa forma os passageiros podem optar por realizar outras atividades antes de ingressar no sistema. Outra vantagem é possibilitar aos passageiros a escolha entre diferentes linhas, dependendo da perspectiva do tempo de espera e do tempo de viagem.

Além de presentes nas estações, os painéis podem estar localizados no interior dos veículos do BRT que, juntamente a mensagens de áudio gravado informando a estação seguinte, permitem ao passageiro realizar outras atividades sem a preocupação de perder a estação de destino (WRIGHT; HOOK, 2008).

### 3.4.4 Câmeras de segurança

Câmeras de segurança integradas com a polícia local também são aplicações de ITS (WRIGHT; HOOK, 2008). A presença delas no interior de estações e veículos inibem as atividades criminosas e, dessa forma, aumentam a segurança dos clientes.

<sup>15</sup> Foto de Luísa Zottis.

### 3.5 SERVIÇO E PLANO OPERACIONAL

A forma de operação do BRT é um dos grandes diferenciais quando comparado ao serviço de ônibus convencional. O sistema BRT deve estar integrado de forma a englobar linha troncais e alimentadoras, induzindo a uma reestruturação dos serviços de ônibus, que possibilita a introdução de linhas expressas e aceleradas (conforme configuração da via), dando agilidade aos serviços que atendem às principais origens e destinos do sistema.

Segundo a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2010, p. 25):

Apesar do maior investimento por veículo, o BRT traz melhores resultados operacionais do que se pode obter com sistemas convencionais. Os ônibus articulados são mais caros, porém levam muito mais passageiros com apenas um motorista. Se o corredor for bem planejado com dados confiáveis de demanda, apresentará altas velocidades comerciais, levando à necessidade de uma frota bem menor que num sistema convencional, reduzindo a quilometragem rodada, os custos operacionais, de garagens e de todas as instalações, de pessoal, de administração e assim por diante.

Assim, fica evidente a possibilidade de melhoria que um sistema BRT bem planejado – com uma infraestrutura qualificada e um plano operacional bem definido – pode trazer ao transporte coletivo das cidades.

### 3.6 MARCA

A elaboração de um plano de *marketing* contribui muito para a consolidação de um sistema BRT, pois a criação de uma marca forte pode ser a chave para que os clientes esqueçam o estigma dos serviços de ônibus convencionais e construam uma nova imagem sobre o sistema de transporte coletivo.

Segundo EMBARQ (2011, p. 7):

Para criar uma marca de sucesso, um sistema de transporte coletivo deve começar pela definição de seus valores centrais. A maioria dos sistemas busca uma marca que apresente claramente seus serviços como modernos, eficientes, rápidos, confiáveis, convenientes, confortáveis e seguros.

Dessa forma, o *marketing* do sistema deve cultivar uma imagem positiva, transmitindo a mensagem de que o sistema BRT é uma alternativa competitiva e qualificada quando comparada ao automóvel individual (EMBARQ, 2011).

## 4 ESTAÇÕES BRT

Conforme visto no capítulo anterior, diversos elementos compõem um sistema BRT. Para que todo o projeto do sistema esteja em consonância, é necessário que as estações tenham os atributos que a tornam eficiente e que satisfaçam os anseios dos clientes, para que ela seja um sinônimo do sucesso de todo o sistema. Segundo *Federal Transit Administration* (2009), as estações BRT devem proporcionar aos passageiros mais conforto e comodidades do que as paradas de ônibus de sistemas convencionais, as quais muitas vezes são compostas apenas por um poste sinalizando o local de embarque (figuras 14 e 15). Esse acréscimo de qualidade tem como uma das justificativas o fato de o BRT atender corredores com demandas maiores – e, por vezes, ter um número menor de estações –, gerando um maior volume de passageiros por estação em comparação a uma linha típica de ônibus (FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION, 2009).

Figura 14 – Parada de ônibus convencional no corredor Av. Osvaldo Aranha, Porto Alegre



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>16</sup>, 2013a)

Figura 15 – Conforto no interior das estações do MOVE, Belo Horizonte



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>17</sup>, 2014e)

Assim como nas estações de sistemas sobre trilhos, as estações BRT possibilitam ao cliente uma experiência diferenciada na utilização do transporte coletivo, de forma que uma imagem clara e positiva esteja inserida nessa nova visão do passageiro. Estações, portanto, podem desempenhar um papel significativo na distinção de um sistema BRT de outros serviços de

<sup>16</sup> Foto de Mariana Gil.

<sup>17</sup> Foto de Luísa Zottis.

transporte coletivo, representando um serviço de qualidade, rápido, confiável e eficiente, integrando e melhorando todo o ambiente local (FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION, 2009; EMBARQ BRASIL, 2014c).

Desta forma, este capítulo tem como objetivo descrever as principais características e componentes que qualificam as estações do sistema BRT.

## 4.1 ACESSIBILIDADE UNIVERSAL

A estação, como entrada para o sistema BRT, deve ser projetada de forma a permitir que pessoas com diversas características antropométricas e sensoriais ingressem no sistema de maneira autônoma, segura e simultânea (WRIGHT; HOOK, 2008). Sistemas de transporte que possuem desenho universal promovem a inclusão social e trazem benefícios a todos os clientes. A acessibilidade universal é favorável não apenas para pessoas com restrição de mobilidade, como usuários de cadeira de rodas e idosos, mas também para pessoas com limitações passageiras, como uma mulher grávida.

As características de acessibilidade descritas nos próximos itens se restringem aos equipamentos da estação a partir da rampa de acesso. Porém é importante que o entorno de toda a estação seja requalificado para garantir a acessibilidade, incluindo vias, calçadas e faixas de pedestre que conduzam à estação.

### 4.1.1 Rampas

Rampas com largura adequada e inclinações suaves são indispensáveis para grande parte dos passageiros – especialmente para os usuários de cadeiras de rodas – ao entrar nas estações BRT (RICKERT, 2007). Conforme a NBR 9050, a largura livre recomendável é de 1,50 m, sendo 1,20 m a medida mínima admissível. É importante, porém, que a largura das rampas seja determinada de acordo com o fluxo de pessoas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). As inclinações das rampas de acesso ao sistema BRT devem estar de acordo com os valores estabelecidos no quadro 2.

Quadro 2 – Dimensionamento de rampas

Inclinação admissível em cada segmento de rampa [%]	Desníveis máximos de cada segmento de rampa [m]
5,00 (1:20)	1,50
$5,00 (1:20) < i \leq 6,25 (1:16)$	1,00
$6,25 (1:16) < i \leq 8,33 (1:12)$	0,8

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 42)

Dessa forma, estações BRT com plataforma baixa (altura entre 30 e 37 cm) podem ter inclinação máxima de 8,33% (BRASIL, 2014). Já as de plataforma alta (altura entre 85 e 92 cm) têm como limite a inclinação de 6,25% (BRASIL, 2014).

#### 4.1.2 Plataforma elevatória

Apesar de ser uma solução com maiores custos de implantação e manutenção quando comparada às rampas, a plataforma elevatória é uma opção para promover o acesso às estações BRT. O funcionamento pleno e contínuo desse dispositivo é indispensável para garantir a acessibilidade.

De acordo com a NBR 9050, para desníveis de até 2,0 m em edificações de uso público ou coletivo, as plataformas elevatórias “Devem ter fechamento contínuo, sem vãos, em todas as laterais até a altura de 1,10 m do piso da plataforma.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 49). O sistema BRT de Curitiba (figura 16) é o pioneiro na utilização de plataformas elevatórias (MICKO, 2015).

Figura 16 – Plataforma elevatória da estação-tubo, Curitiba



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>18</sup>, 2013b)

### 4.1.3 Escadas

Escadas são também uma alternativa de acesso à estação. Assim como as plataformas elevatórias, elas não devem ser utilizadas de forma isolada, pois não garantem a acessibilidade de todos os passageiros.

Bem como na instalação de rampas, a NBR 9050 estabelece que a largura da escada seja planejada com o fluxo de pessoas, sendo a medida mínima recomendada de 1,50 m e a mínima admissível de 1,20 m (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

O dimensionamento dos degraus das escadas fixas deve atender as seguintes condições segundo a NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 45):

- a) pisos (p):  $0,28 \text{ m} < p < 0,32\text{m}$ ;
- b) espelhos (e):  $0,16 \text{ m} < e < 0,18 \text{ m}$ ;
- c)  $0,63 \text{ m} < p + 2e < 0,65 \text{ m}$ .

---

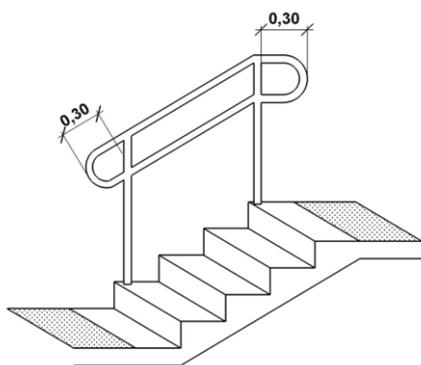
<sup>18</sup> Foto de Mariana Gil.

#### 4.1.4 Corrimãos e guarda-corpos

A presença de corrimãos bem projetados nas rampas e escadas de acesso às estações é importante no auxílio aos usuários de cadeira de rodas e de pessoas com outras restrições de mobilidade (RICKERT, 2007). A NBR 9050 recomenda a instalação de corrimãos em ambos os lados de rampas e escadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Também de acordo com a norma, é aconselhável que corrimãos tenham as seguintes especificações:

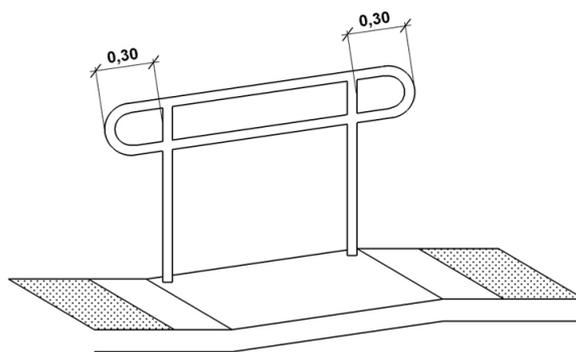
- a) prolongamento de, pelo menos, 30 cm antes do início e depois do fim de escadas e rampas em corrimãos laterais (essa medida não deve interferir nas áreas de circulação ou impedir a vazão), como exemplificado nas figuras 17 e 18;
- b) altura do corrimão,
  - em escadas, deve ser de 92 cm em relação ao piso (medido a partir de sua geratriz superior);
  - em rampas (e de forma opcional para escadas), deve ser instalado a 92 cm e 70 cm do piso, também medidos a partir da geratriz superior (figuras 19 e 20);
- c) em escadas ou rampas com larguras superiores a 2,40 m, devem ser instalados corrimãos intermediários.

Figura 17 – Prolongamento do corrimão em escadas



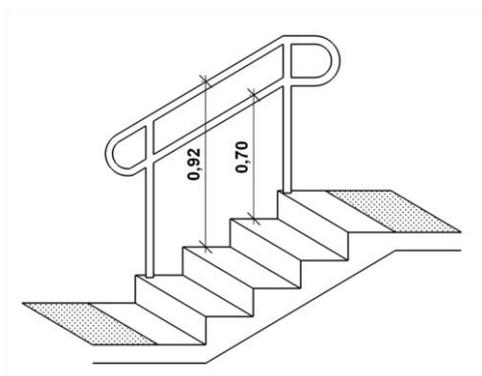
(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 46)

Figura 18 – Prolongamento do corrimão em rampas



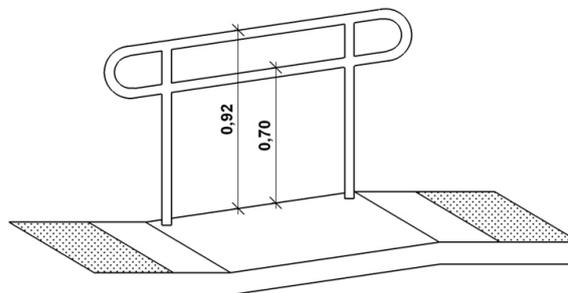
(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 46)

Figura 19 – Altura do corrimão em escadas



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 47)

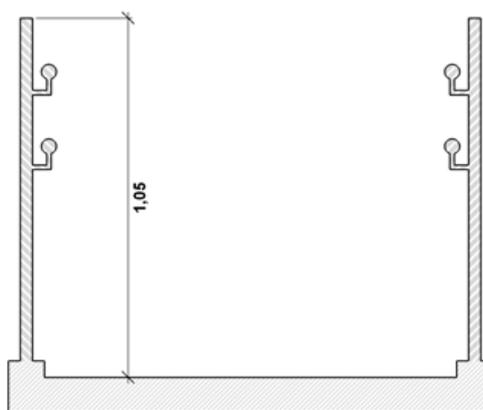
Figura 20 – Altura do corrimão em rampas



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 47)

Para o caso de estações com mais de um módulo<sup>19</sup>, a interligação entre eles deve ser feita com uma plataforma protegida por guarda-corpo com altura de 1,05 m associado ao corrimão, conforme indicado na figura 21 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Figura 21 – Altura do guarda-corpo



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 48)

#### 4.1.5 Piso tátil

A função do piso tátil é auxiliar pessoas com deficiência visual, indicando a direção de um percurso ou alterando a presença de interferências, como mobiliário de desníveis no piso. Conforme Rickert (2007), o piso tátil deve ser usado de forma consistente, e tem maior

<sup>19</sup> Ver figura 36 (p. 61).

utilidade quando sua cor e textura contrastam com o resto do piso. A NBR 9050 estabelece diretrizes para a instalação dos dois tipos de sinalização tátil: a de alerta e a direcional (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

A sinalização tátil de alerta deve ser instalada perpendicularmente ao sentido do deslocamento e é aplicável a estações BRT em duas situações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 31):

- a) no início e término de escadas fixas, escadas rolantes e rampas, em cor contrastante com a do piso, com largura entre 0,25 m a 0,60 m, afastada de 0,32 m no máximo do ponto onde ocorre a mudança do plano [...];
- b) junto a desníveis, tais como plataformas de embarque e desembarque [...].

#### 4.1.6 Catracas

Wright e Hook (2008) afirmam que a catraca de braço móvel é a forma mais acessível para passageiros em cadeiras de rodas ou pessoas com carrinhos de bebê ingressarem no sistema (figura 22).

Figura 22 – Catraca de braço móvel na estação do TransMilenio, Bogotá



(fonte: WRIGHT; HOOK<sup>20</sup>, 2008, p. 487)

---

<sup>20</sup> Foto de Carlos Pardo.

Para garantir o acesso amplo e irrestrito ao sistema BRT, a NBR 9050 indica que pelo menos uma em cada conjunto de catracas seja acessível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Respeitando esse critério, outras tecnologias que ocupem menos espaço também podem ser empregadas. Além disso, é importante que o número de catracas seja dimensionado de acordo com a demanda da estação, garantindo assim a fluidez do sistema e a facilidade no momento do acesso à estação (WRIGHT; HOOK, 2008).

#### 4.1.7 Bilheterias

Bilheterias também devem ter desenho universal (figura 23), além de serem posicionadas em locais com rotas acessíveis. A NBR 9050 recomenda que a altura máxima do guichê seja 1,05 m (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004)

Figura 23 – Guichê de atendimento com desenho universal – Aeroporto de Guarulhos



(fonte: foto cedida por Paula Manoela dos Santos da Rocha)

#### 4.2 AMENIDADES

Um dos diferenciais do transporte coletivo em relação ao automóvel particular é a possibilidade de aproveitar o tempo em trânsito ou o tempo de espera na estação para outras atividades, como ler, conversar, verificar e-mails ou relaxar (WRIGHT; HOOK, 2008). É importante destacar que a instalação de equipamentos de conforto varia conforme a

necessidade de satisfazer uma condição local, assim cada sistema pode identificar a utilidade das amenidades para a sua realidade.

Kittelson & Associates, Inc. et al. (2013, p. 10-10, tradução nossa) afirmam que:

Melhorias nas instalações de estações podem reduzir a inconveniência da percepção do tempo de transferência e espera. Embora o efeito que uma amenidade específica pode ter sobre um passageiro seja pequena, o impacto cumulativo proporciona um bom nível geral de serviço que pode ser significativo.

Assim, a presença de amenidades nas estações beneficia os clientes do sistema, pois possibilita o melhor aproveitamento do tempo enquanto eles aguardam os serviços de ônibus.

O *Federal Transit Administration* (2009) indica que as amenidades podem ser classificadas em três categorias gerais que serão descritas nos próximos itens:

- a) sistemas de informação aos passageiros;
- b) serviços de conforto;
- c) sistemas de segurança.

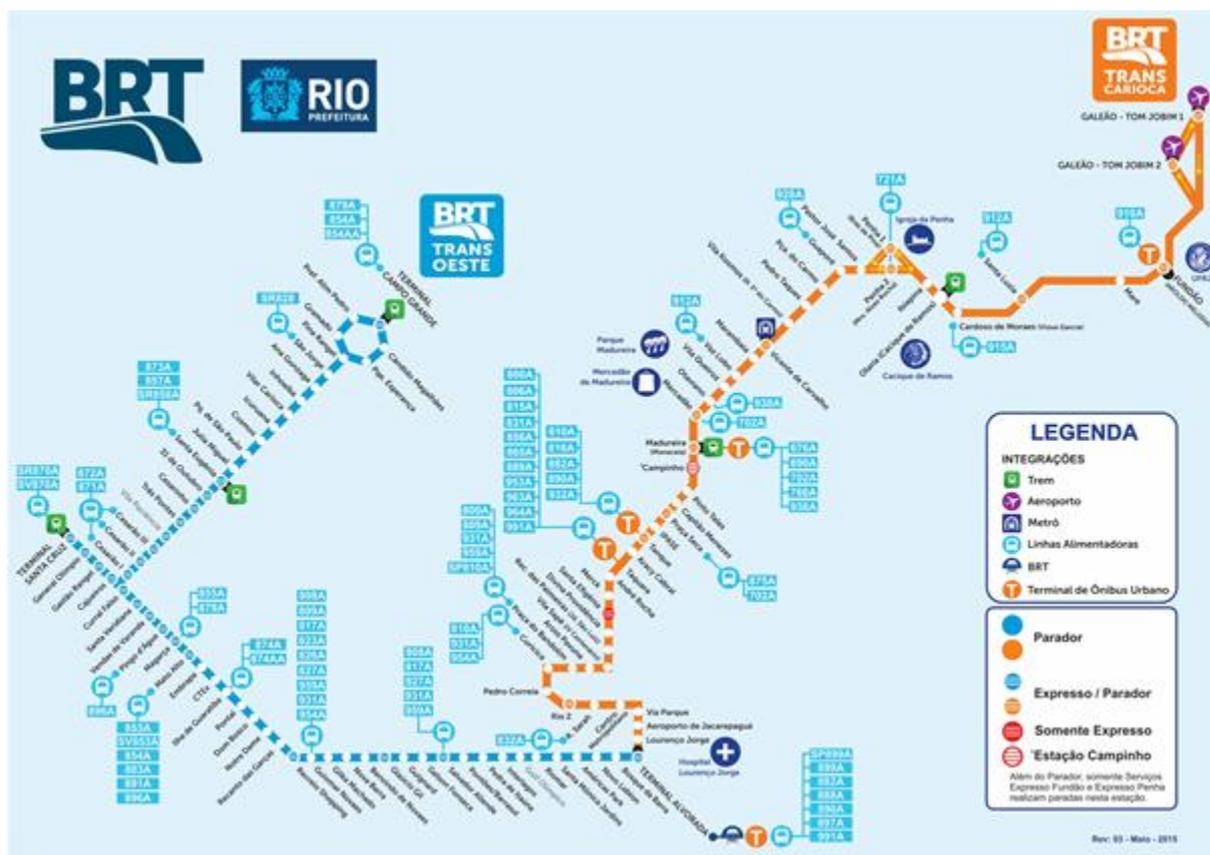
#### **4.2.1 Sistemas de informação aos passageiros**

Sistemas de informação aos passageiros são todos os elementos do sistema BRT que auxiliam o cliente na compreensão do funcionamento do serviço de transporte (EMBARQ, 2011). Santos (2010, p. 36) afirma que “Serviços de transporte coletivo que possuem um bom sistema de informação ao usuário apresentam maior chance de atração de usuários, principalmente aqueles que não utilizam o serviço regularmente.”. Ou seja, informações confiáveis sobre o sistema podem contribuir para que as pessoas escolham o BRT como o modo de transporte utilizado em suas viagens do dia a dia.

##### **4.2.1.1 Sistema estático**

Assim como já ocorre em sistemas ferroviários, sistemas BRT podem disponibilizar mapas esquemáticos, bem desenhados e coloridos, que além de apresentarem as estações e terminais do sistema também indiquem os terminais de integração intermodal (WRIGHT; HOOK, 2008). Além disso, os principais pontos turísticos e os serviços disponíveis no entorno das estações podem estar contemplados nos mapas, como é possível observar na figura 24.

Figura 24 – Mapa do BRT Rio



(fonte: BRT RIO, 2015c)

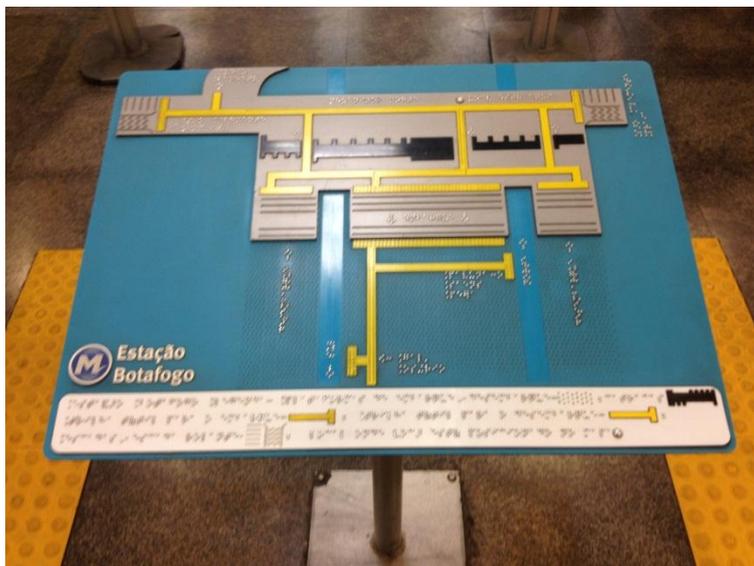
Além de estarem presentes no interior das estações e dos veículos, mapas também podem ser disponibilizados em pontos na entrada da estação, de forma que o passageiro possa verificar sua rota antes de pagar e ingressar no sistema (WRIGHT; HOOK, 2008). Ainda segundo os autores, essa simples ideia pode ser um convite para novos clientes, já que muitas pessoas não utilizam o transporte coletivo por desconhecerem o seu funcionamento.

Assim como os mapas, a utilização de outros tipos de sinalização dentro e no entorno das estações auxilia os passageiros a terem um melhor entendimento do sistema. Conforme Wright e Hook (2008) e Brasil (2014), são exemplos de sinalizações que podem ser empregadas em estações:

- a) na entrada, postes ou placas identificando o sistema e o nome da estação;
- b) placas com instruções sobre vendas de bilhetes e validação do pagamento;
- c) identificação das baias de parada das linhas (no caso de haver mais de uma baia para embarque num mesmo sentido);
- d) tabelas horárias e tabelas de frequência.

Kittelson & Associates, Inc. et al. (2013) citam a importância da sinalização ser acessível a todos os passageiros. Dessa forma, mapas táteis (figura 25) podem ser instalados de forma a auxiliar pessoas com deficiência visual.

Figura 25 – Mapa tátil – Metrô Rio



(fonte: foto cedida por Paula Manoela dos Santos da Rocha)

EMBARQ (2011, p. 24) destaca que:

Uma agência de transporte coletivo deve ter *branding* coerente em todos os seus sistemas de informação para o usuário. Fora do ônibus, o cliente tem maior contato com esses guias visuais, portanto é importante que eles estejam visualmente associados com o resto da marca. Isso pode ser feito através da uniformidade no tipo de letra, esquemas de cor, logotipos, *layout*, materiais de impressão e outros elementos de *design*.

Desta forma, é importante que mapas e placas de sinalização sigam um padrão para consolidação da marca do sistema BRT entre os clientes.

#### 4.2.1.2 Sistema dinâmico

Conforme citado no capítulo anterior, fornecer informações aos clientes pode estabelecer uma nova relação dos usuários com o serviço de ônibus. Wright e Hook (2008) destacam que a presença de painéis com mensagens atualizadas constantemente pode incluir mensagens como:

- a) tempo previsto para chegada das próximas linhas;

- b) avisos gerais sobre o sistema, como atrasos na operação, construção de novos corredores, início de funcionamento de novas linhas e informações sobre o sistema tarifário;
- c) informações como temperatura, horário e data.

Além de painéis, mensagens sonoras podem transmitir informações do sistema aos clientes, facilitando o acesso à informação para deficientes visuais e possibilitando que os usuários se concentrem em outras atividades enquanto esperam sua linha (WRIGHT; HOOK, 2008). Informações como essas podem reduzir a percepção do tempo de espera do cliente, porém é importante que elas sejam dadas de maneira precisa, de forma que o cliente realmente possa utilizá-las em seu favor.

## **4.2.2 Serviços de conforto**

A presença de itens de conforto afeta diretamente a qualidade do espaço da estação. Wright e Hook (2008, p. 359) afirmam que “Conforto, no ambiente geral do transporte público, depende muito do espaço para cada usuário.”. Assim, é importante que as estações BRT atendam às necessidades de seus clientes, de forma que cada passageiro se sinta integrado ao sistema.

### **4.2.2.1 Bancos e barras de apoio**

A oferta de bancos nas estações depende substancialmente da frequência de serviços. Sistemas com *headways* baixos tornam a presença de bancos questionável, porém quando os tempos de espera nas estações são mais longos, a existência de infraestruturas para descanso deve ser avaliada (WRIGHT; HOOK, 2008). Ainda segundo Wright e Hook (2008, p. 359), “Uma solução com economia de espaço é uma barra de apoio que permite que passageiros esperando se sentem parcialmente se apoiando contra uma barra deitada. Ainda que a barra de apoio não seja tão confortável quanto o assento formal, pode ser uma solução eficiente.”. Independentemente da solução adotada pelo sistema, é importante que esse tipo de infraestrutura esteja localizado de forma a não atrapalhar o fluxo de passageiros, especialmente as áreas de embarque e desembarque da estação.

#### 4.2.2.2 Limpeza

Um ambiente limpo e agradável transmite aos passageiros a imagem de um sistema de qualidade. Estações BRT com essas características podem ajudar a atrair clientes de diversas faixas de renda (WRIGHT; HOOK, 2008). Ademais, os autores afirmam que a combinação de vigilância e manutenção constante é a forma mais eficiente de inibir que os clientes façam pichações ou joguem lixo no chão.

A instalação de lixeiras é o primeiro passo para a manutenção da limpeza do ambiente. Além disso, o sistema BRT pode incentivar campanhas de conscientização para que o cliente entenda a importância de cuidar da estação, pois ela também é um patrimônio do passageiro (WRIGHT; HOOK, 2008). Porém, independente do posicionamento dos passageiros frente a essa questão, é imprescindível que o sistema BRT tenha equipes de limpeza para manter o ambiente do transporte coletivo atraente.

#### 4.2.2.3 Conforto climático

Wright e Hook (2008, p. 396) afirmam que:

Sistemas de ar-condicionado e ventiladores são opções a considerar, especialmente em condições quentes e úmidas. O uso de ar-condicionado tanto em estações quanto [em] veículos pode contribuir bastante para o interesse no sistema, especialmente em relação à conquista de usuários que eram anteriormente usuários de veículos particulares. O uso de ar-condicionado em climas tropicais pode contribuir para a imagem do sistema de transporte público como um oásis da cidade.

Conforme colocado pelos autores, sistemas de ar-condicionado nas estações podem ser um grande acréscimo de conforto para os passageiros no momento de aguardar os serviços desejados. Porém, por vezes essa solução é impraticável financeiramente para o sistema, devido aos custos de implantação e manutenção dos aparelhos, além dos gastos elevados de energia elétrica. Como alternativa ao ar-condicionado, ventiladores ou climatizadores de ar podem ser utilizados. Segundo Wright e Hook (2008, p. 396), “Esses sistemas oferecem aos usuários uma névoa úmida para reduzir o desconforto de altas temperaturas [...]”.

É importante destacar que projetos arquitetônicos bem elaborados, que privilegiem a circulação de ar, utilizem vegetação para reduzir os efeitos de ilha de calor e estudem extensões da cobertura – ou outras técnicas – para evitar a incidência direta do sol na estação também possibilitam um ambiente mais agradável no interior da estação para todos os passageiros (WRIGHT; HOOK, 2008; RISSO, 2014).

#### 4.2.2.4 Tecnologia

Com a evolução da tecnologia e a popularização de aparelhos celulares com acesso à internet, o fornecimento de rede *Wi-Fi* nas estações pode propiciar um alto nível de satisfação aos clientes do sistema (WRIGHT; HOOK, 2008). Além de uma forma de entretenimento ao passageiro enquanto aguarda sua linha de ônibus, informações sobre a operação do BRT podem ser fornecidas através de aplicativos ou do *website* do sistema.

#### 4.2.2.5 Totens de recarga

Sistemas que utilizam cartões eletrônicos como forma de pagamento podem disponibilizar totens de recarga aos clientes, como o da figura 26 (WRIGHT; HOOK, 2008). Além de reduzirem as filas nas bilheterias, totens de recarga possibilitam o pagamento das tarifas através de cartão de crédito, dando assim mais facilidades para o cliente utilizar o sistema. Para que o serviço possa ser utilizado por todos os clientes do sistema BRT, Kittelson & Associates, Inc. et al. (2013, p. 10-18, tradução nossa) destacam que os totens de recarga “[...] devem ser acessíveis para pessoas com deficiência, incluindo braile, informação sonora e outras características de projeto.”.

Figura 26 – Totem de recarga no sistema TransOeste, Rio de Janeiro



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>21</sup>, 2013c)

---

<sup>21</sup> Foto de Mariana Gil.

### 4.2.3 Sistemas de segurança

A utilização de elementos que inibem crimes e assaltos é de extrema importância para que os clientes do sistema tenham uma percepção de segurança no interior da estação. O *Federal Transit Administration* (2009) indica que devem ser estudadas e aplicadas medidas de segurança em todos os locais onde os passageiros entrem em contato com o sistema BRT, incluindo, especialmente, as estações.

Os próximos itens abordam alguns recursos que podem ser aplicados com o objetivo de transmitir ao cliente que a estação BRT é um local seguro.

#### 4.2.3.1 Iluminação

A presença de uma boa iluminação no interior das estações e no seu entorno permite que os passageiros ingressem no sistema com mais conforto, visto que ela possibilita uma melhor visibilidade e orientação, facilitando a percepção de situações de risco potencial (WRIGHT; HOOK, 2008). Além de uma questão de segurança, um projeto qualificado de iluminação embeleza a estação, criando um ambiente ainda mais agradável ao passageiro (figura 20).

Figura 27 – Iluminação noturna da estação do MOVE, Belo Horizonte



(fonte: B & L ARQUITETURA<sup>22</sup>, [2014])

---

<sup>22</sup> Foto de Jomar Bragança.

#### 4.2.3.2 Monitoramento de câmeras de vídeo

A existência de câmeras de monitoramento nas estações é uma forma de coibir a ação de criminosos (WRIGHT; HOOK, 2008). A rede de câmeras deve ser integrada ao CCO do sistema e também pode estar conectada aos sistemas de segurança da polícia local. Dessa forma, no caso de ocorrência de incidentes, a resposta da segurança pode ser imediata.

### 4.3 INTERFACE ESTAÇÃO–VEÍCULO

Nos próximos itens são abordados alguns aspectos importantes em relação à interface estação–veículo. A abordagem foi dividida da seguinte forma:

- a) altura da plataforma da estação e do veículo;
- b) *gap* entre plataforma da estação e veículo;
- c) alinhamento entre as portas da estação e do veículo.

#### 4.3.1 Altura da plataforma da estação e do veículo

Com o objetivo de reduzir os tempos de embarque e desembarque, sistemas BRT introduziram plataformas com embarque em nível. Dessa forma, a altura da plataforma da estação coincide com a altura do piso do veículo, eliminando o empecilho criado pelo degrau normalmente existente em embarques no sistema convencional de ônibus, o que permite embarque imediato, seguro e confortável para todos os passageiros, como apresentado na figura 28 (FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION, 2009). Conforme citado no item 4.1.1, estações BRT com plataforma baixa têm altura entre 30 e 37 cm e estações BRT com plataforma alta têm altura entre 85 e 92 cm (BRASIL, 2014), que correspondem às alturas dos chassis de ônibus fabricados atualmente.

Figura 28 – Alinhamento do veículo na estação do Metrobús, Cidade do México



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>23</sup>, 2012f)

### 4.3.2 *Gap* entre plataforma da estação e veículo

Além do alinhamento vertical da altura da plataforma da estação e do veículo, é importante que o ônibus pare próximo à plataforma de embarque e desembarque, de forma a reduzir o *gap* entre a estação e o veículo. Wright e Hook (2008, p. 281) afirmam que “O espaço pode variar entre 4 centímetros até mais de 10 centímetros, dependendo da precisão do processo de alinhamento do veículo.”.

Com o objetivo de facilitar ainda mais o embarque e desembarque, algumas técnicas para redução do *gap* têm sido utilizadas em sistema de ônibus do mundo todo. Vias orientadas por guias (item 3.4.5) já proporcionam o alinhamento veículo-estação, permitindo pequenos *gaps* entre o ônibus e a plataforma (AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION, 2010b). Porém, existem tecnologias utilizadas especificamente para realizar a docagem com um bom nível de precisão, auxiliando o veículo a parar no local correto para que as portas do ônibus estejam alinhadas com as portas da estação e a distância entre o veículo e a plataforma seja mínima, assegurando um embarque/desembarque seguro e eficiente (THE WORLD BANK, c2011).

---

<sup>23</sup> Foto de Mariana Gil.

#### 4.3.2.1 Ponte de embarque

Wright e Hook (2008, p. 281) destacam que:

[...] o veículo pode empregar uma ponte de embarque que conecta fisicamente o veículo com a plataforma. A ponte de embarque consiste de uma plataforma móvel que se abre para baixo, presa na parte de baixo das portas dos veículos. Quando as portas se abrem, a ponte de embarque é desdobrada e cobre todo o espaço entre o veículo e a plataforma [...].

Os autores citam como vantagens da utilização da ponte de embarque:

- a) alinhamento mais fácil: o veículo pode alinhar com a plataforma em uma distância entre 35 e 45 centímetros;
- b) embarque e desembarque mais seguros: o usuário não necessita olhar para o vão para avaliar onde está pisando;
- c) mais amigável para passageiros com dificuldades motoras, cadeirantes e carrinhos de bebês.

Ao mesmo tempo, Wright e Hook (2008) expõem como desvantagens:

- a) custo adicional no veículo;
- b) custo de manutenção do aparelho;
- c) tempo adicional de abertura e fechamento da ponte.

É importante destacar que o tempo economizado em sistemas que não utilizam a ponte pode ser perdido durante o próprio embarque e desembarque, devido à dificuldade de alguns passageiros em vencer o vão existente entre o veículo e a plataforma (WRIGHT; HOOK, 2008). A figura 29 apresenta a ponte de embarque utilizada no sistema de Curitiba.

Figura 29 – Ponte de embarque em Curitiba



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>24</sup>, 2010)

#### 4.3.2.2 *Kassel kerb*

Conforme *The World Bank* (c2011), a tecnologia mais básica é o *Kassel kerb*, que permite o contato da roda do veículo com a borda do meio-fio, possibilitando uma maior sensibilidade ao motorista no momento de posicionar o veículo corretamente. Também se destaca o fato do meio-fio ser curvo (figura 30), evitando danos nos pneus.

Figura 30 – Detalhe do formato curvo do *Kassel kerb*



(fonte: WIKIPEDIA<sup>25</sup>, 2009)

<sup>24</sup> Foto de Mariana Gil.

<sup>25</sup> Foto de Honza Groh.

#### 4.3.2.3 Rodas-guia

A orientação por rodas-guia é realizada através do encaixe de uma pequena roda acoplada ao pneu do ônibus e é operada pelo motorista do veículo. Quando esta pequena roda entra em contato com o meio-fio, ela orienta o veículo ao logo do alinhamento (THE WORLD BANK, c2011). Sistemas como o *HealthLine*, em Cleveland, utilizam a orientação por rodas-guias somente na área das estações (figuras 31 e 32) (SCHIPPER, 2014).

Figura 31 – Roda acoplada ao veículo – *HealthLine*, Cleveland



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>26</sup>, 2012d)

Figura 32 – Alinhamento do veículo na estação da *HealthLine*, Cleveland



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>27</sup>, 2012e)

#### 4.3.2.4 Tecnologias ITS

Segundo *The World Bank* (c2011) as tecnologias ITS para precisão na docagem consistem em duas:

- a) guia magnética: laços magnéticos são instalados ao longo da via e sensores no veículo detectam esses laços para orientar o ônibus (ver figura 7);
- b) guia óptica: o trajeto da viagem é lido por um sensor óptico localizado na parte frontal do veículo (ver figura 8).

---

<sup>26</sup> Foto de Mariana Gil.

<sup>27</sup> Idem.

### 4.3.3 Alinhamento entre as portas da estação e do veículo

Em estações fechadas de BRT, é importante garantir que as portas da estação estejam perfeitamente alinhadas com as portas do veículo (figura 33), garantindo a segurança e efetividade necessária nos momentos de embarque e desembarque dos passageiros. Wright e Hook (2008) indicam que para que o fluxo de entrada e saída de passageiros do veículo ocorra de forma eficiente, a quantidade e posição das portas têm um papel fundamental. Além disso, os autores destacam que portas largas evitam que elas sejam gargalos para as plataformas da estação. Assim, todos esses fatores devem ser observados para que o projeto da estação esteja em consonância com as dimensões utilizadas nos veículos.

Figura 33 – Alinhamento das portas da estação e do veículo no MOVE, Belo Horizonte



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>28</sup>, 2014a)

### 4.3.4 Extensão da cobertura da estação

Wright e Hook (2008, p. 388) destacam que “[...] extensões de proteção solar para melhorar a sombra devem obviamente ser acima do teto do veículo.”. Além disso, a extensão da cobertura da estação (figura 34) protege os passageiros das intempéries no momento do embarque e desembarque do ônibus.

<sup>28</sup> Foto de Mariana Gil.

Figura 34 – Extensão da cobertura da estação do Metrobús, Cidade do México



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>29</sup>, 2012g)

#### 4.4 DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES

Dentre todas as características das estações, o correto dimensionamento, possivelmente, configura-se como a mais importante. Segundo a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2010, p. 17), “Estações geralmente representam o principal gargalo dos projetos de BRT.”. Kittelson & Associates, Inc. et al. (2013) afirmam que a plataforma deve ter área que comporte os passageiros que aguardam seu ônibus e área de circulação que permita os fluxos de chegada e saída dos passageiros, garantindo um **nível de serviço**<sup>30</sup> (NS) mínimo para a espera e circulação. Além disso, Wright e Hook (2008, p. 387) acrescentam que “[...] o dimensionamento da estação deve levar em consideração [...] a frequência dos ônibus que precisam ser acomodados naquela estação.”. Dessa forma, conclui-se que as duas dimensões – comprimento e largura – devem ser devidamente estudadas para que as estações comportem de forma adequada a demanda do sistema na hora mais carregada.

Nos próximos itens são descritos os principais pontos para o dimensionamento da plataforma das estações BRT.

<sup>29</sup> Foto de Mariana Gil.

<sup>30</sup> Nível de serviço é definido como “[...] uma estratificação quantitativa de uma medida de *performance* ou medidas que representam a qualidade do serviço. As medidas utilizadas para determinar o nível de serviço para os elementos do sistema de transporte são chamadas medidas de serviço. O HCM [*Highway Capacity Manual*] define seis níveis de serviço, que vão de A a F, para cada medida de serviço ou para a saída a partir de um modelo matemático baseado em múltiplas medidas de *performance*. Nível de serviço A representa as melhores condições de funcionamento do ponto de vista do usuário e o nível de serviço F as piores.” (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2010, p. 5-3, tradução nossa).

### 4.4.1 Comprimento da estação

Segundo a *American Public Transportation Association* (2010a, p. 12, tradução nossa), “Em geral, o comprimento da estação deve superar o comprimento do veículo mais longo multiplicado pelo número máximo de veículos previstos para servir a estação [em um mesmo sentido] simultaneamente.”. Além disso, Wright e Hook (2008) destacam que o comprimento total deve acomodar a bilheteria, catracas e outras instalações.

Assim, sabe-se que existem duas configurações possíveis para a determinação do comprimento da plataforma: estações simples e estações com múltiplas baias de parada. As características de cada configuração são discutidas a seguir.

#### 4.4.1.1 Estações simples

Para sistemas com uma baía<sup>31</sup> de parada, a extensão da estação deve ser suficiente para um ônibus atender a estação mais o comprimento necessário para alocar as instalações, como foi destacado acima. A figura 35 mostra a estação simples do sistema MOVE de Belo Horizonte.

Figura 35 – Estação simples do sistema MOVE, Belo Horizonte



(fonte: PROJETO..., 2015)

#### 4.4.1.2 Estações com múltiplas baias de parada

Fatores como tamanho dos veículos, interface estação-veículo e largura das portas interferem diretamente na capacidade e velocidade do sistema. Porém, mesmo juntos, esses elementos produzem capacidades que giram em torno de 12.000 pass/(hora.sentido) (WRIGHT; HOOK, 2008). Em 2000, com a inauguração do sistema TransMilenio, um novo nível de capacidade

<sup>31</sup> Baía representa o local de parada do ônibus na estação (WRIGHT; HOOK, 2008).

foi alcançado através do aumento do número de baias de parada em uma mesma estação e também por outros fatores, como a utilização de veículos maiores e faixa de ultrapassagem (WRIGHT; HOOK, 2008).

Wright e Hook (2008, p 288) destacam que:

A presença de múltiplas posições de parada serve a duas propostas distintas. Primeira, as múltiplas baias permitem muitos tipos distintos de serviço na mesma estação [...].

Segunda, as múltiplas baias podem reduzir dramaticamente o nível de saturação<sup>32</sup> [...] nas estações. Já que a saturação da estação é tipicamente a principal barreira para serviços de maiores capacidades, adicionar baias de parada talvez seja a pedra fundamental de qualquer sistema proposto requerendo maiores níveis de capacidade.

Para assegurar que múltiplas baias funcionem apropriadamente, é necessário garantir que os veículos tenham capacidade de entrar e sair livremente, o que implica garantia de faixa de ultrapassagem na estação. Wright e Hook (2008, p. 390) dizem que “[...] a distância mínima absoluta necessária para um veículo ultrapassar outro é metade do comprimento do veículo. Por exemplo, um veículo articulado de 18 metros precisa ao menos de 9 metros de separação entre baias de parada.”. É importante considerar que os autores destacam que esse critério só deve ser utilizado em estações com frequências baixas ou onde existem limitações sérias da caixa viária, pois “[...] a velocidade operacional poderá ser negativamente afetada devido a tempos maiores para docagem e eventuais bloqueios da faixa dedicada.” (BRASIL, 2014, p. 43).

#### 4.4.1.3 Módulos de uma mesma estação

Para evitar estações com grandes comprimentos inutilizados, foi introduzido o conceito de estações em módulos, ligados por uma plataforma. Sendo assim, Wright e Hook (2008) recomendam que a distância mínima entre módulos de estações seja de 1,7 vezes o comprimento do veículo. Para o caso de ônibus articulados de 18 m de comprimento, tem-se que essa distância é de, aproximadamente, 30 m (figura 36).

---

<sup>32</sup> Nível de saturação é a “[...] porcentagem do tempo que uma baia de parada de veículos está ocupada.” (WRIGHT; HOOK, 2008, p. 266).

Figura 36 – Distância mínima entre módulos da estação

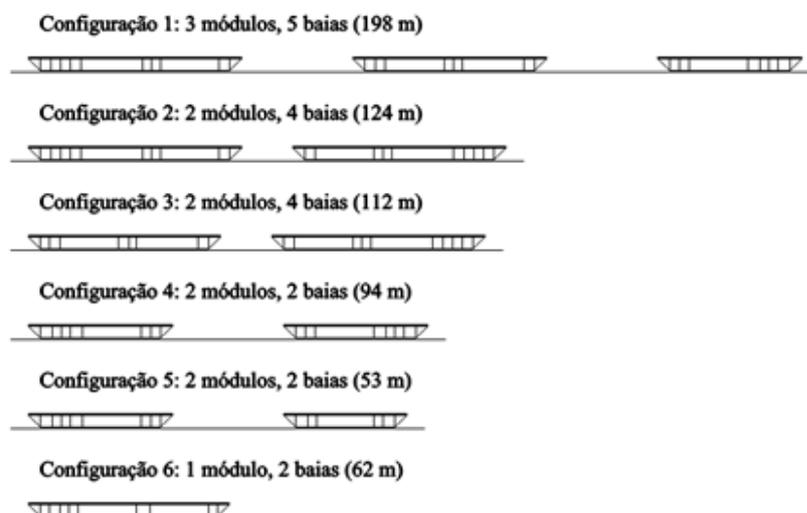


(fonte: BRASIL, 2014, p. 42)

#### 4.4.1.3 Considerações sobre o comprimento da estação

A flexibilidade do sistema BRT citada pelo *Federal Transit Administration* (2009) pode ser verificada na decisão sobre qual configuração de plataforma utilizar – estações com uma ou múltiplas baias –, já que essa característica pode ser adaptada à realidade de cada sistema. Ou, conforme ocorre em Bogotá (figura 37), o mesmo sistema pode ter diversas combinações entre módulos e baias, desde que atenda de forma adequada a demanda de passageiros e a frequência dos veículos.

Figura 37 – Configurações das estações do sistema TransMilenio, Bogotá

(fonte: adaptada de WRIGHT; HOOK, 2008<sup>33</sup>, p. 391)

<sup>33</sup> Autor indica que a figura original é da empresa TransMilenio S.A.

## 4.4.2 Largura da estação

Definições relevantes sobre a largura da estação são discutidas nos tópicos a seguir.

### 4.4.2.1 Áreas de espera

Kittelson & Associates, Inc. et al. (2013) afirmam que o nível de serviço requerido para espera dentro de uma instalação é função da quantidade de tempo de espera, do número de pessoas esperando e do nível de conforto desejado. Os autores ainda destacam que, normalmente, quanto mais longa a espera, mais alto é o nível de serviço requerido e que a tolerância de uma pessoa com o nível da lotação varia com o tempo.

O quadro 3 mostra os valores de área média por pedestre e espaço médio entre pedestres para cada nível de serviço.

Quadro 3 – Nível de serviço para áreas de espera

NS	Área média por pedestre ( $A_{esp}$ ) [ $m^2/pass$ ]	Espaço médio entre pedestres ( $E_{esp}$ ) [m]
A	$\geq 1,2$	$\geq 1,2$
B	0,9 – 1,2	1,1 – 1,2
C	0,7 – 0,9	0,9 – 1,1
D	0,3 – 0,7	0,6 – 0,9
E	0,2 – 0,3	< 0,6
F	< 0,2	Variável

(fonte: adaptado de KITTELSON & ASSOCIATES; BRINCKERHOFF; KFH GROUP; TEXAS A&M TRANSPORTATION INSTITUTE; ARUP, 2013<sup>34</sup>, p. 10-55, tradução nossa)

Os autores ainda afirmam que o nível de serviço típico utilizado em projetos para estações é, no mínimo, entre o NS C e D, porém destacam que o “[...] NS D representa lotação com alguma circulação interna possível; no entanto, este NS não é recomendado para períodos de espera longos.” (KITTELSON & ASSOCIATES; BRINCKERHOFF; KFH GROUP; TEXAS A&M TRANSPORTATION INSTITUTE; ARUP, 2013, p 10-55, tradução nossa).

<sup>34</sup> Autor indica que dados são de FRUIN, J.J.; **Pedestrian planning and design**. Revised edition. Mobile, USA: Elevator World, Inc., 1987.

#### 4.4.2.2 Áreas de circulação

Para áreas de circulação, Kittelson & Associates, Inc. et al. (2013) apresentam níveis de serviço que são baseados no espaço médio do pedestre e no fluxo médio. Os autores destacam que a velocidade média e a razão do volume pela capacidade (V/C) são listadas como critérios complementares.

O quadro 4 exibe os níveis de serviço para áreas de circulação em instalações para o transporte coletivo.

Quadro 4 – Nível de serviço para áreas de circulação

NS	Espaço do pedestre ( $A_{circ}$ ) [m <sup>2</sup> /pass]	Velocidades e fluxos esperados		
		Velocidade média [S] [m/min]	Fluxo por unidade de largura [V] [pass/m/min]	V/C
A	$\geq 3,3$	79	0 – 23	0 – 0,3
B	2,3 – 3,3	76	23 – 33	0,3 – 0,4
C	1,4 – 2,3	73	33 – 49	0,4 – 0,6
D	0,9 – 1,4	69	49 – 66	0,6 – 0,8
E	0,5 – 0,9	46	66 – 82	0,8 – 1,0
F	$< 0,5$	$< 46$	Variável	Variável

(fonte: adaptado de KITTELSON & ASSOCIATES; BRINCKERHOFF; KFH GROUP; TEXAS A&M TRANSPORTATION INSTITUTE; ARUP, 2013<sup>35</sup>, p. 10-44, tradução nossa)

Kittelson & Associates, Inc. et al. (2013) consideram que a capacidade máxima aceitável é 82 pass/m/min, correspondente ao NS E.

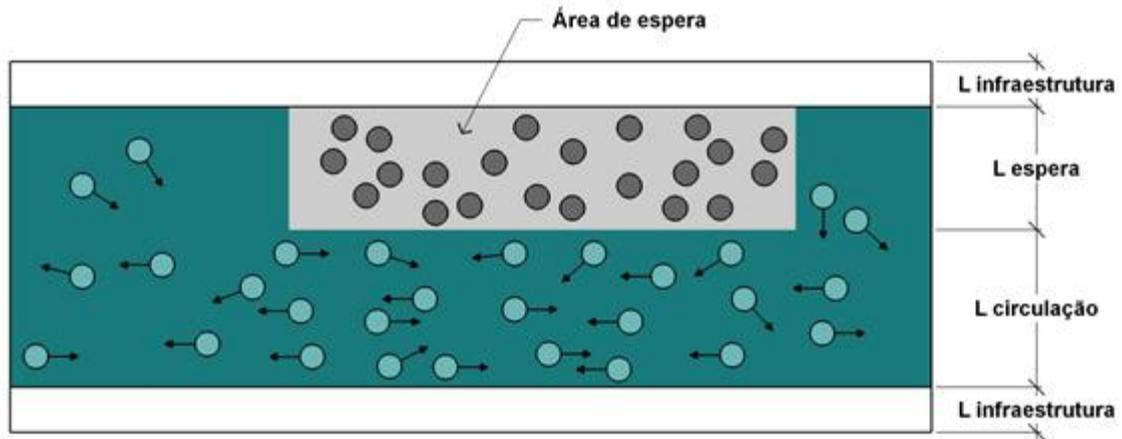
#### 4.4.2.3 Dimensionamento da largura – plataformas como áreas de espera

A plataforma da estação BRT deve funcionar como área de espera por ônibus e pode ser dividida em zonas funcionais, conforme mostra a figura 38 (NETWORK RAIL, 2011). Cada uma dessas zonas possui sua própria exigência de largura, e a largura total necessária é definida pela soma das larguras de todas as zonas. A *Network rail* (2011) recomenda que o

<sup>35</sup> Autor indica que dados são de FRUIN, J.J.; **Pedestrian planning and design**. Revised edition. Mobile, USA: Elevator World, Inc., 1987.

comprimento da estação seja dividido em blocos que correspondam ao comprimento do ônibus.

Figura 38 – Zonas funcionais da estação BRT



(fonte: adaptada de WRIGHT; HOOK, 2008, p. 389)

A fórmula 1 indica a forma de cálculo da largura para estações unidirecionais ou estações centrais onde as portas que servem cada sentido são escalonadas (WRIGHT; HOOK, 2008).

$$L_{\text{esp}} = (\text{Pass}_{\text{esp}} \times A_{\text{esp}}) / (C) \quad (\text{fórmula 1})$$

Sendo:

$L_{\text{esp}}$  = largura da zona de espera para cada bloco (m);

$\text{Pass}_{\text{esp}}$  = número máximo de passageiros esperando durante o horário de pico (pass);

$A_{\text{esp}}$  = área média por pedestre, conforme nível de serviço determinado para o dimensionamento (ver quadro 3) ( $\text{m}^2/\text{pass}$ );

$C$  = comprimento do ônibus que atende o bloco (m).

Dessa forma, a **zona de espera** deve ser dimensionada de forma que acomode todos os passageiros esperando pelo ônibus no bloco correspondente e que esteja em conformidade com o nível de serviço desejado para o sistema. Em estações bidirecionais, é necessário avaliar o maior carregamento no horário pico em um sentido para dimensionar  $L_{\text{esp}}$  e também calcular uma segunda largura de espera, onde o número médio de passageiros utilizado seja o carregamento do outro sentido.

A *Network rail* (2011) destaca que a informação de volume de passageiros idealmente deve ser coletada através de observação da plataforma. Não é possível produzir uma distribuição típica de embarques que possa ser aplicada a todas as plataformas do sistema, uma vez que as distribuições de embarques variam de acordo com o período do dia, comprimento do ônibus, meteorologia e conhecimento do passageiro sobre o seu destino. Porém, se a distribuição necessita ser estimada, o autor sugere que os seguintes princípios devem ser seguidos:

- a) os maiores níveis de carregamento de embarque tendem a ser perto do acesso à estação,
- b) se os ônibus que atendem a estação variam de comprimento, os maiores níveis de carregamento tendem a ser na seção central da plataforma, ou seja, a área servida por todos os tipos de ônibus;
- c) se o ônibus que atende a plataforma tiver uma alta proporção de assentos reservados, o carregamento da plataforma tende a ser relativamente distribuída.

A **zona de circulação** fornece espaço atrás ou na frente da zona de espera para que os passageiros se movam para e a partir das plataformas sem serem sobrecarregados pelos passageiros aguardando ou por aqueles embarcando e desembarcando dos ônibus. A largura desta zona deve ser calculada conforme a fórmula 2:

$$L_{\text{circ}} = (\text{Pass}_{\text{circ}}) / (T \times V) \quad (\text{fórmula 2})$$

Sendo:

$L_{\text{circ}}$  = largura da zona de circulação (m);

$\text{Pass}_{\text{circ}}$  = número de passageiros circulando em um intervalo de tempo durante o horário de pico (pass);

$T$  = intervalo de tempo (min);

$V$  = fluxo por unidade de largura, conforme nível de serviço determinado para o dimensionamento (ver quadro 4) (pass/m/min).

Wright e Hook (2008) recomendam que a **zona de infraestrutura** da estação tenha 0,5 m de cada lado, somando o total de 1 m.

#### 4.4.2.4 Critério adotado

O critério para avaliação da largura das estações foi simplificado, adotando-se o utilizado em Brasil (2014). Isso é necessário pelo fato de a demanda das estações ser variável ao longo de um mesmo sistema BRT, acarretando assim larguras mínimas distintas, já que é diretamente proporcional à demanda de cada estação. Logo, é imprescindível que o projeto leve em consideração as particularidades de cada local, garantindo o bom funcionamento do sistema. Mas de forma sucinta, Brasil (2014, p. 39) afirma que, para **estações unidirecionais**:

Recomenda-se que uma largura mínima de 2,65 m seja adotada. Este é o espaço necessário para instalar 1 catraca convencional e 1 para pessoas com mobilidade reduzida, caso o sistema utilize pré-pagamento e a estação seja fechada. [...]. Com 2,65 m de largura mínima é possível acomodar, ao mesmo tempo, as pessoas que aguardam suas linhas e aquelas que embarcam e desembarcam.

Por fim, Brasil (2014, p. 41) afirma que, para **estações bidirecionais**:

Recomenda-se que seja adotada uma largura mínima de 3,45 m. Este é o espaço necessário para que sejam instaladas 2 catracas convencionais e 1 para pessoas com mobilidade reduzida. Esta largura também considera a circulação dos passageiros no interior da estação, prevendo espaço para que, ao mesmo tempo, pessoas estejam esperando por seu veículo enquanto outras embarcam e desembarcam. Deve-se ressaltar que a largura da estação está diretamente associada à demanda na hora pico e este deve ser o fator preponderante.

## 5 CHECKLIST PARA ESTAÇÕES BRT

A partir das características descritas no capítulo 4 desenvolveu-se um *checklist* das características que qualificam as estações BRT. Os critérios foram organizados em quatro módulos:

- a) acessibilidade universal;
- b) amenidades;
- c) interface estação-veículo;
- d) dimensionamento.

Seguindo o padrão utilizado em Brasil (2014), após a descrição dos critérios, um quadro foi elaborado e, para cada item, determinou-se seu intervalo de aplicação e unidades (nos casos em que é apropriado) e a natureza do critério foi avaliada conforme sua aplicabilidade, podendo ser uma exigência legal, estabelecida pelas normas e padrões brasileiros ou uma recomendação, baseada nas boas práticas indicadas em literaturas nacionais e internacionais.

Os quadros 5, 6, 7 e 8 apresentam os quatro módulos do ***checklist* para estações BRT**.

Quadro 5 – Checklist para estações BRT: acessibilidade universal

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza legal	Recomendação
Acessibilidade universal				
<b>Requalificação do entorno da estação (vias, calçadas, faixa de pedestre, e tc.)</b>				x
<b>Rampas</b>				
<i>Largura</i>	mínimo 1,2	m	x	
<i>Inclinação</i>				
<i>Desníveis de até 0,8 m</i>	máximo 8,33	%	x	
<i>Desníveis de até 1,0 m</i>	máximo 6,25	%	x	
<i>Desníveis de até 1,2 m</i>	máximo 5,00	%	x	
<b>Plataformas elevatórias</b>				
<i>Fechamento contínuo nas laterais</i>			x	
<b>Escadas</b>				
<i>Largura</i>	mínimo 1,2	m	x	
<i>Altura dos espelhos</i>	entre 16 e 18	cm	x	
<i>Largura dos pisos</i>	entre 28 e 32	cm	x	
<i>Existência de rampas ou plataformas elevatórias</i>			x	
<b>Corrimãos e guarda-corpos</b>				
<i>Prolongamento antes do início e depois do fim de escadas e rampas</i>				
<i>Altura do corrimão</i>	30	cm	x	
<i>Em rampas</i>	92	cm	x	
	70	cm	x	
<i>Em escadas</i>	92	cm	x	
	70	cm		x
<i>Vão entre corrimãos</i>	entre 1,2 e 2,4	m	x	
<i>Altura do guarda-corpo</i>	1,05	m	x	
<b>Piso tátil</b>				
<i>No início e no término de escadas e rampas</i>			x	
<i>Junto a portas de embarque e desembarque</i>			x	
<b>Catracas</b>				
<i>Catraca acessível</i>	mínimo 1		x	
<b>Bilheteria</b>				
<i>Altura</i>	máximo 1,05	m	x	

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 6 – Checklist para estações BRT: amenidades

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
<b>Amenidades</b>				
<b>Sistema de informação aos passageiros</b>				
<i>Sistema estático</i>				
<i>Mapas do sistema</i>				X
<i>Sinalização</i>				
<i>Identificação do nome da estação</i>				X
<i>Instrução sobre vendas de bilhetes e validação do pagamento</i>				X
<i>Identificação das baias de parada das linhas</i>				X
<i>Tabela horária e tabela de frequência</i>				X
<i>Mapas táteis</i>				X
<b>Sistema dinâmico</b>				
<i>Tempo previsto para chegada das próximas linhas</i>				X
<i>Avisos gerais sobre o sistema</i>				X
<i>Outras informações: temperatura, horário, data, etc.</i>				X
<i>Avisos sonoros</i>				X
<b>Serviços de conforto</b>				
<i>Bancos ou barras de apoio</i>				X
<i>Lixeiras</i>				X
<i>Conforto climático</i>				X
<i>Wi-Fi</i>				X
<i>Totens de recarga</i>				X
<b>Sistemas de segurança</b>				
<i>Iluminação</i>				
<i>Interna</i>				X
<i>Externa</i>				X
<i>Câmeras de vídeo</i>				X

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 7 – Checklist para estações BRT: interface estação-veículo

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
Interface estação-veículo				
<b>Altura da plataforma da estação e do veículo</b>				
<i>Altura da plataforma</i>				
<i>Plataforma baixa</i>	entre 30 e 37	cm		x
<i>Plataforma alta</i>	entre 85 e 92	cm		x
<b>Gap entre plataforma da estação e veículo</b>				
<i>Ponte de embarque</i>				x
<i>Kassel kerb</i>				x
<i>Rodas-guia</i>				x
<i>Guia magnética</i>				x
<i>Guia óptica</i>				x
<b>Alinhamento entre as portas da estação e do veículo</b>				x
<b>Extensão da cobertura da estação</b>				x

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 8 – Checklist para estações BRT: dimensionamento

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
Dimensionamento				
<b>Comprimento da estação</b>				
<i>Estações simples</i>				
<i>Extensão suficiente para um ônibus atender a estação</i>				x
<i>Comprimento para alocação das catracas e bilheterias</i>				x
<i>Estações com múltiplas baias de parada</i>				
<i>Extensão suficiente para um ônibus atender a baia</i>				x
<i>Comprimento para alocação das catracas e bilheterias</i>				x
<i>Módulos de uma mesma estação</i>				
<i>Distância entre módulos</i>	mínimo 30	m		x
<b>Largura da estação</b>				
<i>Estação unidirecional</i>	mínimo 2,65	m		x
<i>Estação bidirecional</i>	mínimo 3,45	m		x

(fonte: elaborado pela autora)

## 6 APLICAÇÃO E VERIFICAÇÃO DO *CHECKLIST*

A aplicação do *checklist* para estações BRT foi realizada no dia 13 de maio de 2015 pela autora do trabalho e teve como objetivo verificar a validade dos critérios incluídos na lista. Essa etapa do trabalho foi desenvolvida na estação Bosque da Barra do BRT TransOeste, na cidade do Rio de Janeiro. Além disso, os critérios foram verificados com um especialista. Na sequência do trabalho é feita uma caracterização do sistema e da estação visitada, assim como são apresentados os resultados da entrevista.

### 6.1 BRT TRANSOESTE

Inaugurado em 2012, o TransOeste foi o primeiro corredor BRT a entrar em operação na cidade do Rio de Janeiro (TRANSOESTE..., 2012). Com 56 km de extensão, o corredor liga a Barra da Tijuca a Santa Cruz e Campo Grande atendendo dez bairros da cidade carioca (figura 39) através de 52 estações, além de uma estação de transferência – que permite a troca de modal – e três terminais de integração (BRT CENTRE OF EXCELLENCE et al., 2015b; FETRANSPOR, 2014; BRT RIO, 2015c).

Segundo *BRT Centre of Excellence* et al. (2015b), o corredor beneficia atualmente 180.000 pessoas por dia, garantindo viagens mais seguras, rápidas e confortáveis aos passageiros por meio de serviços expressos<sup>36</sup>, paradores<sup>37</sup> e linhas alimentadoras<sup>38</sup> (BRT TRANSOESTE, [2012?]; FETRANSPOR, 2014). Ainda segundo o *BRT Centre of Excellence* et al. (2015b), as estações do TransOeste estão posicionadas no canteiro central, têm plataforma de nível alto e proveem conveniência, conforto, segurança e abrigo contra intempéries para os passageiros.

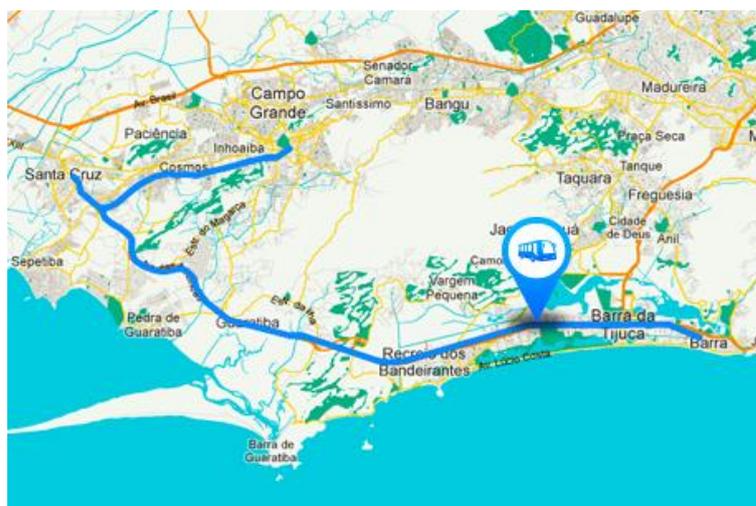
---

<sup>36</sup> São os serviços que param somente em algumas estações (VUCHIC, 2007).

<sup>37</sup> São os serviços que param em todas as estações (VUCHIC, 2007).

<sup>38</sup> “São um complemento do eixo do BRT, fazendo o trajeto entre pontos de bairros periféricos, onde o corredor expresso não chega, e as estações BRT.” (BRT RIO, 2015a).

Figura 39 – Traçado do BRT TransOeste, Rio de Janeiro



(fonte: BRT TRANSOESTE, [2012?])

## 6.2 ESTAÇÃO BOSQUE DA BARRA

A estação Bosque da Barra (figura 40) está localizada na Avenida das Américas e é a primeira estação do corredor TransOeste no sentido Barra da Tijuca/Santa Cruz – Campo Grande. Ela consiste em uma estação de um módulo com duas baias de parada em cada sentido e é atendida por três serviços paradores do sistema (BRT RIO, 2015b).

Figura 40 – Estação Bosque da Barra – TransOeste, Rio de Janeiro



(fonte: foto da autora)

### 6.3 APLICAÇÃO DO *CHECKLIST*

Conforme citado acima, o *checklist* elaborado foi aplicado na estação Bosque da Barra. É preciso destacar que o objetivo da aplicação em campo não foi analisar quantitativamente e qualitativamente a presença ou não dos critérios, tampouco fazer uma avaliação da estação, mas sim verificar se os critérios listados são aplicáveis às estações BRT de um modo geral. Dessa forma, a partir da verificação em campo, confirmou-se que o ***checklist para estações BRT*** é aplicável às estações BRT em sua totalidade.

### 6.4 VERIFICAÇÃO DO *CHECKLIST*

Para a etapa de validação, realizou-se uma entrevista com Alexandre Castro, gerente de infraestrutura do Consórcio Operacional BRT do Rio de Janeiro. O encontro teve como objetivo validar o *checklist* elaborado e também prospectar novos critérios para serem incluídos na lista.

Assim, a entrevista seguiu tendo como base o *checklist*, onde se discutiram os aspectos mais relevantes de cada critério, sugestões de novos itens que são descritos a seguir<sup>39</sup> e também outros aspectos relevantes a serem considerados no projeto, como a manutenção e a operação das estações. É importante salientar que, assim como na verificação *in loco*, os critérios já elaborados foram validados durante a entrevista, sendo que algumas discussões pertinentes sobre os mesmos – não citadas anteriormente por não estarem presentes na literatura ou por, em um primeiro momento, terem sido desconsideradas pela autora – são destacadas nos próximos tópicos.

#### 6.4.1 Acessibilidade universal

Além dos critérios de dimensionamento dos itens de acessibilidade, é necessário que se atente a alguns aspectos no momento de sua instalação.

##### 6.4.1.1 Rampas

É importante que o material do qual a rampa for pavimentada tenha a rugosidade necessária para evitar acidentes em dias chuvosos. Também é aconselhável fazer coberturas nas rampas,

---

<sup>39</sup> Todos os tópicos e novos critérios a seguir foram extraídos ou embasados na entrevista com Alexandre Castro.

de modo a proteger os passageiros das intempéries e facilitar o acesso à estação, principalmente de pessoas com necessidades especiais.

#### 6.4.1.2 Corrimãos e guarda-corpos

Os corrimãos e guarda-corpos devem ser atrativos e firmemente fixados ao chão. É aconselhável que sejam feitos em aço inox ou em ferro branco galvanizado com pintura eletrostática, para a pintura não sair ou provocar rebarbas que possam arranhar a mão das pessoas.

É importante analisar o *design* dos corrimãos e guarda-corpos para que eles tenham a finalidade para qual servem – delimitar espaços e dar apoio adequado aos passageiros. Assim, não devem ter barras laterais que possam servir indevidamente como escadas (figura 41).

Figura 41 – Guarda-corpo com laterais fechadas e corrimão acoplado – MOVE, Belo Horizonte



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>40</sup>, 2014b)

#### 6.4.1.3 Piso tátil

Assim como para as rampas, é importante que o piso tátil tenha a rugosidade necessária para não tornar-se escorregadio em dias de chuva. Caso o piso tátil em borracha seja utilizado, ele deve ser aplicado com uma cola adequada, mas é importante que se realize o

---

<sup>40</sup> Foto de Mariana Gil.

esmerilhamento<sup>41</sup> do piso no qual ele vai ser colado, para que as pessoas não batam o bico dos sapatos na beirada do piso tátil, fazendo com que ele comece a descolar.

Outro aspecto importante na aplicação do piso tátil se refere a casos de mudança de operação na plataforma. Se isso ocorrer, é necessário que o piso tátil também seja alterado, para que a pessoa com deficiência visual seja bem atendida e se localize mesmo com as alterações realizadas.

## 6.4.2 Amenidades

As amenidades são itens muito importantes para a estação BRT. Os passageiros que vêm do transporte convencional devem aprender a navegar no novo sistema, a ler mapas, recarregar seu cartão e fazer integrações. Dessa forma, as amenidades devem ser fornecidas na estação para orientá-los na execução dessas novas rotinas.

### 6.4.2.1 Bancos e barras de apoio

O modelo do banco deve ser pensado de forma que ele seja confortável o suficiente para o passageiro aguardar a chegada do ônibus, mas desconfortável para pessoas o utilizarem para dormir. Os bancos podem ser bonitos e estar em consonância com a arquitetura da estação, mas também precisam ser firmes, robustos e rígidos de forma a minimizarem a manutenção e inibirem a depredação do mobiliário. Assim como os assentos no interior dos veículos, os bancos devem estar sinalizados com mensagens de uso preferencial a gestantes, idosos, pessoas com criança de colo ou deficiência física, sendo que na ausência dessas pessoas o uso é livre.

### 6.4.2.2 Lixeiras

As lixeiras utilizadas devem ter boa capacidade, sendo recomendada a utilização de lixeiras de 100 L. O uso de lixeiras menores em estações de alta capacidade implica a necessidade de uma constante manutenção da equipe de limpeza, enquanto lixeiras maiores permitem que haja uma rotatividade da equipe entre as estações para o recolhimento do lixo. Além disso, recomenda-se a utilização de containers de 200 L fora da estação. Assim como para os

---

<sup>41</sup> Polimento para rebaixar o piso. É importante que o polimento seja da espessura do piso tátil de borracha, de forma que quando ele for aplicado, fique no mesmo nível que todo o piso.

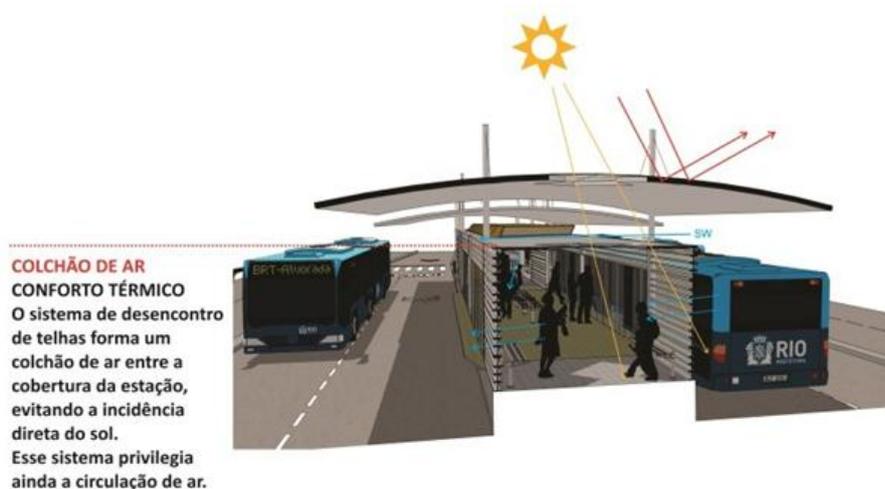
bancos, é conveniente analisar o material do qual as lixeiras são feitas para evitar ações de vandalismo.

Recomenda-se a utilização de dois tipos de lixeiras: uma para resíduos orgânicos e outra para não orgânicos em vez do uso da coleta seletiva tradicional de cores. É possível fazer convênios com cooperativas de catadores de lixo, sendo importante identificá-los e uniformizá-los para realizarem a coleta de materiais recicláveis nas estações. No caso da existência de comércio no interior da estação<sup>42</sup> é preciso prever o aumento da geração de lixo e, conseqüentemente, um maior número de lixeiras e profissionais de limpeza.

#### 6.4.2.3 Conforto climático

A climatização do ambiente da estação é muito importante. O projeto arquitetônico das estações cariocas privilegia a circulação de ar no interior da estação (figura 42), mantendo o clima ameno, eliminando a utilização de aparelhos de ar condicionado.

Figura 42 – Conforto térmico nas estações BRT do Rio de Janeiro



(fonte: adaptada de RISSO, 2014)

#### 6.4.2.4 Totens de recarga

Esse item deve estar presente em todas as estações, preferencialmente em número maior do que um. Isso é recomendado como medida preventiva para o caso de quebra ou necessidade de manutenção de uma das máquinas

<sup>42</sup> Ver item 6.4.7.

#### 6.4.2.5 Iluminação

A presença de iluminação na estação é um elemento muito importante para garantir a segurança e o bem-estar dos usuários do sistema, sendo fundamental sua manutenção para o bom funcionamento da estação. Por serem itens visados – principalmente quando instalados como fitas ou réguas de LED (*Light Emitting Diode*) –, é interessante que se aplique a iluminação de forma que furtos sejam dificultados, evitando os custos de reposição da iluminação ao sistema.

#### 6.4.2.6 Monitoramento de câmeras de vídeo

Conforme citado no item 4.2.3.2, as câmeras de vídeo são um importante aliado para a garantia da segurança nas estações. Manter câmeras em locais estratégicos da estação, como de frente para a pessoa que está comprando a passagem na bilheteria, possibilita a identificação de ladrões em caso de assaltos. Outro local importante onde devem ser previstas câmeras de segurança é dentro das bilheterias, posicionadas para gravar o manejo de dinheiro do caixa, a fim de inibir fraudes por parte dos funcionários.

As câmeras de segurança também auxiliam o CCO na identificação de problemas nas estações (acidentes, tumultos, sinistros com passageiros, etc.), possibilitando o acionamento dos órgãos competentes para apoiar e resolver as contingências, de forma a normalizar a operação do BRT da forma mais ágil possível. Assim, é preciso viabilizar que os carros de serviços cheguem rapidamente à estação onde ocorreu o incidente<sup>43</sup>.

#### 6.4.2.7 Instalações para funcionários da estação

Além de todas as amenidades para passageiros, já discutidas no item 4.2, é importante prever instalações para os funcionários da estação (bilheteiros, controladores de acesso das catracas, seguranças e equipe de manutenção e limpeza). A inclusão de instalações que garantam o bem-estar e segurança e respeitem as normas de trabalho devem ser previstas, já que os funcionários precisam ter ambientes apropriados para desempenhar bem sua função. No cenário inverso, trabalhar em um ambiente difícil gera um nível de insatisfação ao funcionário e conseqüentemente uma elevada rotatividade de pessoal, que com um tempo pequeno de

---

<sup>43</sup> O entorno da estação deve permitir alguma facilidade para estacionamento de carros de serviços (como carros de manutenção, ambulâncias, carros de polícia e carro-forte que faz a coleta de valores da venda das bilheterias), de modo que quando esses serviços estejam sendo prestados na estação, o veículo não atrapalhe o fluxo de ônibus no corredor.

serviço desiste e procura outro emprego, atrapalhando a evolução do sistema BRT. Dessa forma, é necessário prover recursos mínimos para o conforto e segurança do funcionário, a fim de reter bons profissionais que já estejam treinados e que possibilitem passar ao cliente uma imagem de qualidade superior ao serviço ofertado anteriormente no sistema convencional de ônibus. Como instalações a serem oferecidas ao funcionário podem-se citar:

- a) ar condicionado na bilheteria;
- b) banheiro<sup>44</sup>;
- c) vestiário com armário para guardar objetos pessoais<sup>45</sup>;
- e) local para refeição com frigobar, micro-ondas e filtro de água<sup>46</sup>.

### 6.4.3 Interface estação-veículo

O BRT Rio tem aplicado algumas práticas com o objetivo de melhorar questões de interface estação-veículo que são descritas a seguir.

#### 6.4.3.1 *Gap* entre plataforma da estação e do veículo

Embora a aplicação do *checklist* tenha ocorrido no TransOeste, as boas práticas de outros corredores também devem ser destacadas. Na estação Galeão do BRT TransCarioca, foram feitas pinturas no pavimento (tanto no ataque quanto na saída da estação) para que o motorista alinhe o centro do volante com a pintura – que considera o raio de curvatura da estação –, de modo a reduzir o espaço entre o veículo e a estação. É importante destacar que esse método ainda está em fase de testes, porém seus resultados são promissores até o momento.

#### 6.4.3.2 Alinhamento entre as portas da estação e do veículo

O projeto deve garantir que o distanciamento entre as portas da estação esteja em conformidade com o padrão utilizado pela FABUS (Associação Nacional de Fabricantes dos Ônibus), apresentado no anexo A. Após a consideração desse aspecto, a fim de assegurar que o ônibus pare no local exato para que as portas do veículo estejam alinhadas com as portas da

---

<sup>44</sup> A norma regulamentadora nº 24 exige a presença de instalações sanitárias separadas por sexo nos locais de trabalho (BRASIL, 1993).

<sup>45</sup> A norma regulamentadora nº 24 indica que em atividades que se exija troca de roupas ou seja imposto o uso de uniforme deve haver local apropriado para vestiário dotado de armários, observando-se a separação dos sexos (BRASIL, 1993).

<sup>46</sup> Segundo a norma regulamentadora nº 24, é obrigatória a existência de refeitório somente em locais com mais de trezentos funcionários (BRASIL, 1993).

estação, os sistemas de Bogotá e do Rio de Janeiro adotaram um gabarito replicado em todas as estações, que consiste em adesivos colados do lado de fora da estação que indicam o local onde o veículo deve parar, como o mostra a figura 43. Cada tamanho de veículo tem sua própria marcação, cabendo ao motorista do ônibus parar no local indicado.

Figura 43 – Indicação do local de parada do veículo para alinhamento das portas do veículo e da estação



(fonte: EMBARQ BRASIL<sup>47</sup>, 2013d)

#### 6.4.3.3 Portas da estação

É essencial que as portas utilizadas nas estações sejam robustas e tenham sistema de abertura e travamento adequado. Por questões de segurança e tempo de abertura e fechamento, recomenda-se que as portas abram por fora da estação e tenham duas folhas (abertura bilateral).

### 6.4.4 Dimensionamento

Os tópicos discutidos sobre dimensionamento das estações estão explanados nos itens abaixo.

#### 6.4.4.1 Comprimento da estação

O dimensionamento do comprimento da estação deve prever uma margem de crescimento do sistema, de forma que mesmo que o sistema inicie a operação com carros de 18 m, as estações

---

<sup>47</sup> Foto de Mariana Gil.

devem ser dimensionadas para comportar veículos de 21 e 23 m ou até mesmo de 28 m<sup>48</sup>. Essa medida pode gerar um incremento de capacidade alterando somente os ônibus em circulação, sem ter que alterar a infraestrutura da estação.

Outro aspecto importante para a análise do dimensionamento do comprimento da estação se refere à distância entre a linha de catracas e a entrada da estação. Em estações com alta demanda é interessante posicionar as catracas bem afastadas da entrada, pois em casos de acúmulo de passageiros na estação devido a algum problema, essa área pode funcionar como local para as pessoas aguardarem a normalização dos serviços protegidas das intempéries.

#### 6.4.4.2 Largura da estação

A zona de infraestrutura da estação (vide figura 38) deve ser bem projetada, visto que ela está na interface da estação com o veículo. É recomendável que a borda na parte externa da estação (figura 44) seja a menor possível, ficando somente a largura mínima necessária para que a porta do carro encaixe na estação, de forma a evitar que pessoas se arrisquem andando sobre ela.

Figura 44 – Borda externa da estação



(fonte: foto da autora)

---

<sup>48</sup> Comprimentos de veículos existentes atualmente. Pode-se avaliar os tamanhos de ônibus que eventualmente estejam em projeto nas montadoras para que a estação tenha a capacidade de futuramente atender esse carro.

#### 6.4.4.3 Bilheterias

Questões relacionadas à bilheteira também devem ser consideradas para o dimensionamento da estação. O número de guichês de atendimento deve ser dimensionado, principalmente em estações de alta demanda e que atendem serviços expressos e paradores. A localização da bilheteria no interior da estação também pode ser estudada. Sugere-se colocá-la alinhada com a bateria de catracas, de modo que as filas (da bilheteria e da catraca) fiquem paralelas, permitindo que o bilheteiro também supervisione o acesso à estação. Além disso, o espaço interno deve estar dimensionado para alocar:

- a) bancada;
- b) cadeira;
- c) cofre;
- d) filtro de água;
- e) computador;
- f) telefone;
- g) câmeras de vídeo;
- h) outros equipamentos de informática necessários para operação do sistema, como a máquina para recarga dos cartões.

#### 6.4.4.4 Estações com altas demandas

Estações que recebem altas demandas de linhas alimentadoras devem ser tratadas com cuidado no momento de seu dimensionamento. Além de proporcionar o acesso e o fluxo dos passageiros oriundos da integração, é preciso que a estação tenha geometria que permita a chegada dos ônibus alimentadores, possibilitando aos passageiros a realização de uma integração física mais fácil e rápida com os ônibus das linhas troncais. Eventualmente é conveniente analisar que esse ponto deixe de ser uma estação para tornar-se um terminal, de modo a conseguir alocar todos os serviços, mantendo uma boa operação e atendendo de forma adequada os passageiros.

### 6.4.5 Infraestrutura básica

É importante que o processo construtivo das estações ande em paralelo com a infraestrutura de ligação com a rede de água e esgoto e energia elétrica. A fiscalização do poder público durante a construção das estações deve garantir que ao final da obra o operador receba a

estação como se fosse um apartamento novo e que haja uma conferência prévia de todos os elementos construtivos, garantindo ao operador o recebimento de uma estação pronta para iniciar os serviços de operação do sistema BRT, com os serviços de infraestrutura básica ligados à estação. Projetos voltados para construção sustentável, com cisternas que coletam a água da chuva para utilização nos banheiros e placas de captação de energia solar podem ser incorporados às estações, de modo a reforçar ainda mais a imagem de transporte sustentável do sistema BRT.

#### 6.4.5.1 Rede de água e esgoto

O abastecimento de água é necessário para utilização na limpeza das estações como também para o consumo dos funcionários. Dessa forma, é importante garantir a conexão dos serviços de água e esgoto.

#### 6.4.5.2 Rede de energia elétrica

Os serviços de venda de bilhetes, iluminação da estação e funcionamento das catracas e portas automáticas são vitais para o bom funcionamento da estação. Por isso, além da ligação tradicional com a rede de energia elétrica, é necessário prever áreas para alocação de geradores e *nobreaks* nas estações, já que o serviço deve continuar operando mesmo em caso de falta de energia elétrica.

#### 6.4.5.3 Dutos para fibra óptica

O projeto das estações deve contemplar dutos para passagem de fibra óptica. A fibra óptica possibilita a conexão das estações com o CCO, o fornecimento de rede *Wi-Fi* nas estações e também a tecnologia da informação para o sistema de bilhetagem.

### 6.4.6 Materiais construtivos

Utilizar materiais que inibam o vandalismo da estação auxiliam na manutenção da boa imagem do sistema e também são aspectos de segurança. A utilização de polímeros de alta resistência pode ser uma boa alternativa em substituição ao vidro. Sua maior resistência ao impacto e a ruptura, bom comportamento ao fogo e flexibilidade tornam atrativa sua instalação a fim de minimizar depredações. Além disso, apesar de translúcido, o material permite a aplicação de cores sem que perca a transparência. Tintas e revestimentos

antipichação também podem ser empregados, uma vez que, em caso de pichação, permitem a limpeza da superfície sem que ela perca suas características originais. Como as estações são locais visados, a utilização desses materiais pode reduzir custos onerosos de manutenção.

Em conjunto com essas medidas de segurança, as bilheterias devem ser construídas em alvenaria, com vidro a prova de bala, espaço de visibilidade pequeno entre o passageiro e o bilheteiro, e, se possível, com instalação de intercomunicador eletrônico entre o funcionário e o passageiro, a fim de prover o maior fechamento possível da bilheteria para coibir tentativas de assaltos. A possibilidade de utilizar materiais como os citados pode reduzir de forma drástica o nível de vandalismo, quebra e reposição de materiais, reduzindo a onerosidade do sistema BRT.

#### **6.4.7 Manutenção das estações**

O projeto da estação deve ser pensado de forma a tornar a manutenção prática ao operador do sistema. Estações com muitos itens a serem administrados acarretam manutenções caras, complexas e que geram a necessidade de o operador ter uma série de itens que elevam o tempo de resposta de manutenção e podem impactar na tarifa do sistema. Sendo assim, é importante que isso seja considerado no momento da realização do projeto.

As estações podem ter projetos que prevejam áreas comerciais<sup>49</sup> e exploração de mídias que gerem receitas extras para auxiliar na amortização do custo de manutenção das estações. Além disso, a presença de área comercial dentro da estação gera atratividade de passageiros, sendo uma medida muito positiva para o sistema, pois os locais acabam se tornando referências de serviços e segurança para a população. Serviços como recarga de celular, jornais, correios, máquinas bancárias e lanches rápidos podem ser uma conveniência importante aos passageiros. É importante que todos esses serviços, assim como a mídia empregada nas estações sejam padronizadas e estejam de acordo com o padrão arquitetônico e de beleza da estação, para que os clientes entendam que essas comodidades estão incluídas no sistema.

---

<sup>49</sup> Esse item é citado na literatura pesquisada, mas inicialmente foi desconsiderado pela autora.

## 7 VERSÃO FINAL DO *CHECKLIST* PARA ESTAÇÕES BRT

A partir dos tópicos descritos no capítulo anterior, elaborou-se a versão final do *checklist* apresentado no capítulo 5 deste trabalho. Como salientado previamente, a entrevista com Alexandre Castro, gerente de infraestrutura do Consórcio Operacional BRT, durante a visita ao Rio de Janeiro, tinha como objetivo prospectar novos critérios. Dessa forma, os itens listados a seguir foram modificados ou acrescentados ao *checklist*:

- a) acessibilidade universal,
  - o item **rampas** recebeu dois novos critérios: **piso antiderrapante e presença de cobertura**;
  - anteriormente unidos, o item **corrimãos e guarda-corpos** foi dividido, sendo adicionado o critério **inexistência de barras laterais**;
  - o item **piso tátil** recebeu um novo critério: **alterar aplicação em caso de mudança de serviços**;
- b) amenidades,
  - inclusão de critérios de **instalações para funcionários da estação**;
- c) interface estação-veículo,
  - adição do critério **pintura no pavimento**;
  - para seu melhor entendimento, optou-se por dividir o critério alinhamento entre as portas da estação e do veículo em duas categorias: **utilização do padrão FABUS e dispositivo para alinhamento**;
- d) dimensionamento,
  - acréscimo do critério **bilheterias**;
- e) novo módulo adicionado: **infraestrutura básica** abrangendo os critérios,
  - ligação da rede de água e esgoto;
  - ligação da rede de energia elétrica;
  - local para gerador e *nobreak*;
  - dutos para fibra óptica.

Por fim, os quadros 9, 10, 11, 12 e 13 apresentam o *checklist* para estações BRT em sua versão consolidada.

Quadro 9 – Versão final do *checklist* para estações BRT: acessibilidade universal

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Exigência legal	Natureza do critério
Requalificação do entorno da estação (vias, calçadas, faixa de pedestre, etc.)				x
<b>Rampas</b>				
<i>Largura</i>	mínimo 1,2	m	x	
<i>Inclinação</i>				
<i>Desníveis de até 0,8 m</i>	máximo 8,33	%	x	
<i>Desníveis de até 1,0 m</i>	máximo 6,25	%	x	
<i>Desníveis de até 1,2 m</i>	máximo 5,00	%	x	
<i>Piso antiderrapante</i>				x
<i>Cobertura</i>				x
<b>Plataformas elevatórias</b>				
<i>Fechamento contínuo nas laterais</i>			x	
<b>Escadas</b>				
<i>Largura</i>	mínimo 1,2	m	x	
<i>Altura dos espelhos</i>	entre 16 e 18	cm	x	
<i>Largura dos pisos</i>	entre 28 e 32	cm	x	
<i>Existência de rampas ou plataformas elevatórias</i>			x	
<b>Corrimãos</b>				
<i>Prolongamento antes do início e depois do fim de escadas e rampas</i>	30	cm	x	
<i>Altura do corrimão</i>				
<i>Em rampas</i>	92 70	cm cm	x x	
<i>Em escadas</i>	92 70	cm cm	x x	x
<i>Vão entre corrimãos</i>	entre 1,2 e 2,4	m	x	
<b>Guarda-corpo</b>				
<i>Altura do guarda-corpo</i>	1,05	m	x	
<i>Inexistência de barras laterais</i>				x
<b>Piso tátil</b>				
<i>No início e no término de escadas e rampas</i>			x	
<i>Junto a portas de embarque e desembarque</i>			x	
<i>Alterar aplicação em caso de mudança de serviços</i>				x
<b>Catracas</b>				
<i>Catraca acessível</i>	mínimo 1		x	
<b>Bilhetaria</b>				
<i>Altura</i>	máximo 1,05	m	x	

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 10 – Versão final do *checklist* para estações BRT: amenidades

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
Amenidades				
<b>Sistema de informação aos passageiros</b>				
<i>Sistema estático</i>				
<i>Mapas do sistema</i>				X
<i>Sinalização</i>				
<i>Identificação do nome da estação</i>				X
<i>Instrução sobre vendas de bilhetes e validação do pagamento</i>				X
<i>Identificação das baías de parada das linhas</i>				X
<i>Tabela horária e tabela de frequência</i>				X
<i>Mapas táteis</i>				X
<i>Sistema dinâmico</i>				
<i>Tempo previsto para chegada das próximas linhas</i>				X
<i>Avisos gerais sobre o sistema</i>				X
<i>Outras informações: temperatura, horário, data, etc.</i>				X
<i>Avisos sonoros</i>				X
<b>Serviços de conforto</b>				
<i>Bancos ou barras de apoio</i>				X
<i>Lixeiras</i>				X
<i>Conforto climático</i>				X
<i>Wi-Fi</i>				X
<i>Totens de recarga</i>				X
<b>Sistemas de segurança</b>				
<i>Iluminação</i>				
<i>Interna</i>				X
<i>Externa</i>				X
<i>Câmeras de vídeo</i>				X
<b>Instalações para funcionários da estação</b>				
<i>Ar condicionado na bilheteria</i>				X
<i>Banheiro</i>			X	
<i>Vestibulários com armários</i>			X	
<i>Local para refeição</i>				X

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 11 – Versão final do *checklist* para estações BRT: interface estação-veículo

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
Interface estação-veículo				
<b>Altura da plataforma da estação e do veículo</b>				
<i>Altura da plataforma</i>				
<i>Plataforma baixa</i>	entre 30 e 37	cm		x
<i>Plataforma alta</i>	entre 85 e 92	cm		x
<b>Gap entre plataforma da estação e veículo</b>				
<i>Ponte de embarque</i>				x
<i>Kassel kerb</i>				x
<i>Rodas-guia</i>				x
<i>Guia magnética</i>				x
<i>Guia óptica</i>				x
<i>Pintura no pavimento</i>				x
<b>Alinhamento entre as portas da estação e do veículo</b>				
<i>Utilização do padrão FABUS</i>				x
<i>Dispositivo para alinhamento</i>				x
<b>Extensão da cobertura da estação</b>				x

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 12 – Versão final do *checklist* para estações BRT: dimensionamento

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
Dimensionamento				
<b>Comprimento da estação</b>				
<i>Estações simples</i>				
<i>Extensão suficiente para um ônibus atender a estação</i>				x
<i>Comprimento para alocação das catracas e bilheterias</i>				x
<i>Estações com múltiplas baias de parada</i>				
<i>Extensão suficiente para um ônibus atender a baia</i>				x
<i>Comprimento para alocação das catracas e bilheterias</i>				x
<i>Módulos de uma mesma estação</i>				
<i>Distância entre módulos</i>	mínimo 30	m		x
<b>Largura da estação</b>				
<i>Estação unidirecional</i>	mínimo 2,65	m		x
<i>Estação bidirecional</i>	mínimo 3,45	m		x
<b>Bilheterias</b>				x

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 13 – Versão final do *checklist* para estações BRT: infraestrutura básica

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
Infraestrutura básica				
<b>Rede de água e esgoto</b>				
<i>Ligação da rede de água e esgoto</i>				x
<b>Rede de energia elétrica</b>				
<i>Ligação da rede de energia elétrica</i>				x
<i>Local para gerador e nobreak</i>				x
<b>Dutos para fibra óptica</b>				x

(fonte: elaborado pela autora)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a verificação de um instrumento para avaliação das estações BRT, assim, é importante destacar que o objetivo do trabalho foi alcançado, visto que o capítulo 7 apresenta a versão final do *checklist* para estações BRT. O momento para elaboração desse instrumento demonstra-se muito oportuno, visto o elevado número de corredores BRT sendo implantados no Brasil. Para isso, averiguou-se uma série de características e componentes que devem estar presentes nos projetos das estações com o propósito de torná-las referência de qualidade no sistema BRT. Esses critérios foram compilados na forma de um *checklist* para estações.

Em sua primeira versão apresentada no capítulo 5 deste trabalho, o *checklist* contempla os módulos de acessibilidade universal, amenidades, interface estação-veículo e dimensionamento. O módulo de acessibilidade abrange as principais medidas que devem ser consideradas para que todas as pessoas tenham acesso seguro e confortável à estação BRT. O módulo de amenidades aborda as características para estações que proveem comodidades aos clientes do BRT. O módulo interface estação-veículo contempla aspectos que qualificam o embarque e desembarque dos passageiros. O último módulo recomenda aspectos mínimos para o dimensionamento das estações, sempre atentando para sua demanda.

Além das importantes características e componentes levantados a partir da literatura especializada, os critérios foram refinados através da entrevista com o gerente de infraestrutura do Consórcio Operacional BRT, Alexandre Castro. A experiência prática de operação e manutenção das estações, adquirida ao longo de três anos (desde a inauguração do BRT TransOeste, em 2012) trouxe a inclusão de critérios importantes não encontrados na bibliografia utilizada, principalmente associados às instalações para funcionários, além da adição de um novo módulo infraestrutura básica, que inclui itens gerais – porém muito importantes – que devem ser analisados durante o projeto e construção das estações.

É importante ressaltar que o *checklist* foi verificado somente em um sistema. Possivelmente a aplicação em estações de outros sistemas, assim como o ponto de vista de diferentes operadores, agregaria novos critérios à ferramenta desenvolvida, ainda que ele tenha se

mostrado completamente aplicável à estação Bosque da Barra, do BRT TransOeste, na cidade do Rio de Janeiro.

Por fim, destaca-se a verificação da importância das estações para o bom funcionamento do sistema BRT. Dessa forma constatou-se que é de extrema relevância que os itens listados já estejam incorporados aos projetos das estações (ainda que seja possível realizar adaptações em estações já implementadas), assim espera-se que este trabalho possa servir para a qualificação de futuras estações de sistemas BRT.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION. APTA Bus Rapid Transit Working Group. **Bus Rapid Transit stations and stops**. Washington, 2010a. Disponível em: <<http://www.apta.com/resources/standards/Documents/APTA-BTS-BRT-RP-002-10.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

\_\_\_\_\_. APTA Bus Standards Program and Bus Rapid Transit Working Group. **Implementing BRT Intelligent Transportation Systems**. Washington, 2010b. Disponível em: <<http://www.apta.com/resources/standards/Documents/APTA-BTS-BRT-RP-005-10.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Conceitos e elementos de custos de sistemas BRT**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/27ConceitosBRT.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. **Anuário NTU: 2013 – 2014**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635424909762848110.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2015.

B & L ARQUITETURA. **BRT – Área central**. Belo Horizonte, [2014]. Disponível em: <<http://www.belarq.com.br/?portfolio=brt>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

BRANCO, S. P. V. M. **Estudo e aplicação de sistemas BRT – Bus Rapid Transit**. 2013. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/69281/1/000155464.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentador Nº 24**, de 21 de setembro de 1993. Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho. Brasília, 1993. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF2D82F2347F3/nr\\_24.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF2D82F2347F3/nr_24.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana. **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília, 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana. **Desafios da mobilidade urbana**. Brasília, 2013. Apresentação em PowerPoint. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:WEiOIuj45QsJ:www2.camara.leg.br/a-camara/altosestudios/Reunioes/reunioes-2013/24a-reuniao-mobilidade-urbana-11-12/apresentacao-marco-antonio-11-12+&cd=5&hl=en&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 12 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana. **Crítérios técnicos para avaliação de projetos de mobilidade urbana**. 2. ed. [Brasília], 2014.

BRT CENTRE OF EXCELLENCE; EMBARQ; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; ASOCIACIÓN LATINO-AMERICANA DE SISTEMAS INTEGRADOS Y BRT. **Global BRTdata**. Versão 3.2, 6 maio 2015. [Porto Alegre], 2015a. Disponível em: <[http://brtdata.org/indicators/corridors/type\\_of\\_bus\\_guidance/?lang=pt](http://brtdata.org/indicators/corridors/type_of_bus_guidance/?lang=pt)>. Acesso em: 10 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **Global BRTdata**. Versão 3.2, 6 maio 2015. [Porto Alegre], 2015b. Disponível em: <[http://brtdata.org/location/latin\\_america/brazil/rio\\_de\\_janeiro/?lang=pt](http://brtdata.org/location/latin_america/brazil/rio_de_janeiro/?lang=pt)><sup>50</sup>. Acesso em: 12 maio 2015.

BRT RIO. **Alimentadoras**. [Rio de Janeiro], não paginado, 2015a. Disponível em: <<http://brtrio.com/alimentadoras>>. Acesso em: 17 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **Estação**. [Rio de Janeiro], não paginado, 2015b. Disponível em: <<http://brtrio.com/estacao/bosque-da-barra>>. Acesso em: 18 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **Estações**. [Rio de Janeiro], não paginado, 2015c. Disponível em: <<http://brtrio.com/estacoes>>. Acesso em: 27 maio 2015.

BRT TRANSOESTE. **Cidade Olímpica**. Rio de Janeiro, [2012?]. Disponível em: <<http://www.cidadeolimpica.com.br/projetos/transoeste/>>. Acesso em: 12 maio 2015.

CAVALCANTI, M. F. [**Estação do BRT TransMilenio**]. [Porto Alegre], 2012. Disponível em: <<http://thecityfixbrasil.com/2012/12/12/webinar-como-evitar-as-filas-de-onibus-participe/>>. Acesso em: 13 set. 2014.

CIDADES terão R\$ 32 bi do PAC mobilidade. **Portal Brasil**. [Brasília], não paginado, 24 abr. 2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/governo/2012/04/cidades-terao-r-32-bi-do-pac-mobilidade>>. Acesso em: 12 set. 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota de veículos**: frota 2005 e frota 2015. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 25 maio 2015.

DONATH, M.; SHANKWITZ, C.; ALEXANDER, L.; GORJESTANI, A.; CHENG, P.; NEWSTROM, B. **Bus Rapid Transit lane assist technology systems**. Technology Assessment. Washington: Federal Transit Administration, 2003. v. 1. Disponível em: <<http://www.its.umn.edu/Research/FeaturedStudies/brt/laneassist/LAfinal1.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

EMBARQ. **De cá para lá**: um guia criativo de marketing BRT para atrair e cativar usuários. Washington, 2011. Disponível em: <<http://thecityfixbrasil.com/files/2013/06/manualmarketingbrt.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2014.

<sup>50</sup> Clicar em Indicadores do SISTEMA e Indicadores do CORREDOR – TransOeste para acesso as informações.

- EMBARQ BRASIL. **EMBARQ BRASIL**. [S. l.], 2010. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/6097355034/in/set-72157627555550328>>.  
Acesso em: 12 abr. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Corredor TransOeste – BRT Rio de Janeiro**. [S. l.], 2012a. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/8590309492/in/set-72157633085478161>>.  
Acesso em: 13 set. 2014.
- \_\_\_\_\_. **Corredor TransOeste – BRT Rio de Janeiro**. [S. l.], 2012b. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/8590265876/in/set-72157633085478161/>>.  
Acesso em: 05 nov. 2014.
- \_\_\_\_\_. **Health Line – Cleveland, EUA**. [S. l.], 2012c. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/7216626976/in/set-72157629946033561>>.  
Acesso em: 22 nov. 2014.
- \_\_\_\_\_. **Health Line – Cleveland, EUA**. [S. l.], 2012d. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/7216599824/in/set-72157629946033561>>.  
Acesso em: 20 abr. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Health Line – Cleveland, EUA**. [S. l.], 2012e. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/7216632780/in/set-72157629946033561>>.  
Acesso em: 20 abr. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Metrobús – Cidade do México, DF**. [S. l.], 2012f. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/7132054479/in/album-72157629946033561/>>.  
Acesso em: 12 abr. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Metrobús – Cidade do México, DF**. [S. l.], 2012g. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/7001677356/in/album-72157629946033561/>>.  
Acesso em: 22 maio 2015.
- \_\_\_\_\_. **TransMilenio – Bogotá, Colômbia**. [S. l.], 2012h. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/7197515284/in/set-72157629946033561>>.  
Acesso em: 22 nov. 2014.
- \_\_\_\_\_. **Obras BRT POA**. [S. l.], 2013a. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/12837208814/in/album-72157641659764084/>>.  
Acesso em: 10 maio 2015.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa Satisfação Curitiba**. [S. l.], 2013b. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/12953472183/in/set-72157641916791843>>.  
Acesso em: 16 nov. 2014.
- \_\_\_\_\_. **TransOeste, Rio de Janeiro**. [S. l.], 2013c. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/8580071471/in/set-72157633064346248/>>.  
Acesso em: 22 nov. 2014.
- \_\_\_\_\_. **TransOeste, Rio de Janeiro**. [S. l.], 2013d. Disponível em:  
<<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/8588438119/in/album-72157633064346248/>>.  
Acesso em: 21 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **Belo Horizonte – MOVE**. [S. l.], 2014a. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/14508761731/in/set-72157644963233557>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **BH – Concurso TheCityFix Brasil Cidade em 1 Instantes – Viagem de prêmio**. [S. l.], 2014b. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/14827648221/in/album-72157646129608666/>>. Acesso em: 23 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **Bus Rapid Transit (BRT)**. Porto Alegre, 2014c. Disponível em: <<http://embarqbrasil.org/BRT>>. Acesso em: 12 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **Corredor TransCarioca – BRT Rio de Janeiro**. [S. l.], 2014d. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/15817575481/in/set-72157649355632495>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. **Inauguração MOVE BH**. [S. l.], 2014e. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/13106279513/in/set-72157642250344735>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. **MOVE BH – Antônio Carlos**. [S. l.], 2014f. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/14050903999/in/set-72157644723640376>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. **Semana de preparação ao Expresso DF Sul – dia 08 de abril**. [S. l.], 2014g. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/embarqbrasil/14065259324/in/set-72157644428256275/>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION. Office of Research, Demonstration and Innovation. **Characteristics of bus rapid transit for decision-making**. Washington, 2009. Disponível em: <<http://www.nbrti.org/docs/pdf/High%20Res%20CBRT%202009%20Update.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2014.

FETRANSPOR. **Guia da mobilidade sustentável 2014**. [Rio de Janeiro], 2014.

JIM, E. J.; DARIDO, G.; SCHNECK, D. **Las Vegas Metropolitan Area Express (MAX): BRT demonstration project evaluation**. Washington: Federal Transit Administration, 2005. Disponível em: <[http://www.nbrti.org/media/evaluations/Las\\_vegas\\_final\\_report.pdf](http://www.nbrti.org/media/evaluations/Las_vegas_final_report.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2015.

KITTELSON & ASSOCIATES, INC.; BRINCKERHOFF, P.; KFH GROUP, INC.; TEXAS A&M TRANSPORTATION INSTITUTE; ARUP. **Transit Capacity and Quality of Service Manual**. TCRP Report 165. 3rd ed. Washington: Transit Cooperative Research Program, 2013. Disponível em: <<http://www.trb.org/TCRP/Blurbs/169437.aspx>><sup>51</sup>. Acesso em: 16 set. 2014.

<sup>51</sup> O link disponibiliza o *download* de cada capítulo em separado.

MARTE, C. L.; SILVA, A. L. da; DANTAS, A.; AZEVEDO, D. B.; NETTO, J. C. S.; MARQUEZ, J. M.; GRILLO, J.; CERENTINI, S. A. P. Estudo preliminar de funções ITS aplicadas na operação de sistemas BRT. In: PINTO, V. P. (Coord.). **Sistemas inteligentes de transportes**. São Paulo: Associação Nacional de Transportes Públicos, 2012. p. 100-121. Série Cadernos Técnicos. Disponível em:

<[http://www.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/03/18/9AB9A3EB-97DC-4711-9751-162AD361D7F0.pdf](http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/03/18/9AB9A3EB-97DC-4711-9751-162AD361D7F0.pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2014.

MICKO, T. A. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <vi\_berga@hotmail.com> em 7 maio 2015.

NETWORK RAIL. **Station capacity assessment guidance**. London, 2011. Disponível em: <<http://www.networkrail.co.uk/browse%20documents/rus%20documents/route%20utilisation%20strategies/network/working%20group%202%20-%20stations/station%20capacity%20assessment%20%28not%20part%20of%20the%20rus%29/stationcapacityassessmentguidance.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

PROJETO de estações do BRT de BH ganha prêmio internacional de arquitetura. **Lugar Certo**. Estado de Minas. [S. l.], não paginado, 19 abr. 2015. Disponível em: <[http://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2015/04/19/interna\\_noticias,48727/projeto-de-estacoes-do-brt-de-bh-ganha-premio-internacional-de-arquite.shtml](http://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2015/04/19/interna_noticias,48727/projeto-de-estacoes-do-brt-de-bh-ganha-premio-internacional-de-arquite.shtml)>. Acesso em: 3 maio 2015.

RICKERT, T. **Bus Rapid Transit accessibility guidelines**. Washington: The World Bank, 2007.

RISSO, A. Estações do BRT – Arquitetura e design carioca. **Diário do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, não paginado, 4 nov. 2014. Disponível em: <<http://diariodorio.com/estaes-brt-arquitetura-e-design-carioca/>>. Acesso em: 19 nov. 2014.

SANTOS, P. M. dos. **A percepção da importância dos atributos do transporte coletivo**. 2010. 77 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SCHIPPER, M. J. **Greater Cleveland RTA HealthLine BRT project**. [Rio de Janeiro], 2014. Apresentação em PDF. Disponível em: <<http://www.etransport.com.br/downloads/07/11/02michaeljschipper.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

THE WORLD BANK. Toolkit on Intelligent Transport Systems for Urban Transport. **Precision docking / Station docking guidance**. [S. l.], c2011. Disponível em: <<http://www.ssatp.org/sites/ssatp/files/publications/Toolkits/ITS%20Toolkit%20content/its-applications/driver-aids/precision-docking-station-docking-guidance.html>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

TRANSOESTE é apresentado à imprensa. **EMBARQ Brasil**. Porto Alegre, não paginado, 4 jun. 2012. Disponível em: <<http://embarqbrasil.org/news/transoeste-%C3%A9-apresentado-%C3%A0-imprensa>>. Acesso em: 12 maio 2015.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Highway Capacity Manual**. Washington, 2010. 1 v.

VASCONCELLOS, E. A. Os custos dos congestionamentos urbanos. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (Org.). **Mobilidade sustentável para um Brasil competitivo**: coletânea de artigos. Brasília, 2013. p. 10 – 15.

VUCHIC, V. R. **Urban Transit: systems and technology**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007.

WIKIPEDIA. **Bus track**. [S. l.], 2006a. Disponível em:  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bus\\_track.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bus_track.jpg)>. Acesso em: 18 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **O-Bahn guide-wheel**. [S. l.], 2006b. Disponível em:  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Obahn\\_guide\\_wheel.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Obahn_guide_wheel.jpg)>. Acesso em: 18 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **Phileas bus Endhoven**. [S. l.], 2006c. Disponível em:  
<<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Phileas-bus-Endhoven.jpg>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **Kasselský obrubník, Koleje Strahov, detail**. [S. l.], 2009. Disponível em:  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Kasselsk%C3%BD\\_obrubn%C3%ADk,\\_Koleje\\_Strahov,\\_detail.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Kasselsk%C3%BD_obrubn%C3%ADk,_Koleje_Strahov,_detail.jpg)>. Acesso em: 19 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **Rouen bus T2 I**. [S. l.], 2013. Disponível em:  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Rouen\\_bus\\_T2\\_I.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Rouen_bus_T2_I.jpg)>. Acesso em: 13 abr. 2015.

WRIGHT, L.; HOOK, W. (Ed.). **Manual de BRT – Bus Rapid Transit**: guia de planejamento. Brasília: Ministério das Cidades; New York: Institute for Transportation & Development Policy, 2008.

## **ANEXO A – Ofício circular FABUS<sup>52</sup>**

---

<sup>52</sup> Reprodução integral do Ofício circular FABUS 074 / 2011.



OFÍCIO CIRCULAR FABUS 074 / 2011

São Paulo, 03 de Agosto de 2011.

Às  
Montadoras de Chassis para Ônibus associadas à ANFAVEA

**Ref. Itens e Definições Importantes para Projeto de Ônibus  
e para Infraestrutura envolvendo BRT's**

Prezados senhores

A FABUS – Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus recentemente divulgou através do OF FAB 068/11 várias informações com o objetivo de antecipar alguns dados e premissas importantes envolvendo os futuros projetos para os BRT's (seja dos veículos ou da infraestrutura). Como resultado destes parâmetros, a FABUS recebeu diversos pedidos para ampliar o conteúdo de tais informações, principalmente da NTU.

O resultado deste reestudo foi altamente positivo, pois foi possível envolver os fabricantes de chassis, diversos operadores e órgãos gestores e entidades ligadas ao sistema de transporte.

Cabe salientar que nas análises das configurações possíveis para estes veículos as quais foram ampliadas, também são levadas em consideração as determinações dos poderes concedentes e as informações técnicas das montadoras - inclusive para a Fase P7 do PROCONVE que entrará em vigor em janeiro de 2012- que fazem parte das premissas básicas de todos os projetos de carrocerias.

Portanto, para fins de informações e definições sobre os futuros projetos de BRT's – apresentamos no Anexo deste ofício um **conjunto de recomendações** que será intitulada de **"Galeria Técnica" de Opções de Modelos de Veículos e respectiva Modularização de Portas** para a qual salientamos algumas premissas básicas de projeto que devem ser consideradas e que também influenciam diretamente na infraestrutura do sistema de transporte e projeto do mesmo.

A FABUS agradece a colaboração e o apoio de todos que se envolveram nesta nova etapa.

Permanecemos à disposição para quaisquer informações adicionais que se fizerem necessárias.

Atenciosamente,

Roberto Ferreira  
Diretor Executivo

Paulo Roberto Mutterle  
Coordenador da COTEFA

Av. Ibiapó, 331 – 6º andar – Bairro Moema – CEP 04524-020  
SÃO PAULO – SP – BRASIL – TELEFONE: (011) 5052-2043 - - FAX: (011) 5054-2774  
E-MAIL [fabus@fabus.com.br](mailto:fabus@fabus.com.br) – [www.fabus.com.br](http://www.fabus.com.br) INSCR. C.C.M. 8.497.057-0 - INSCRIÇÃO C.N.P.J.(M.F.) 33.053.935/0001-95



## ANEXO

### Itens e Definições Importantes para Projeto de Ônibus e para Infraestrutura envolvendo BRT's

Premissas básicas de projeto que devem ser consideradas e que também influenciam diretamente na definição da infraestrutura do Sistema de Transporte.

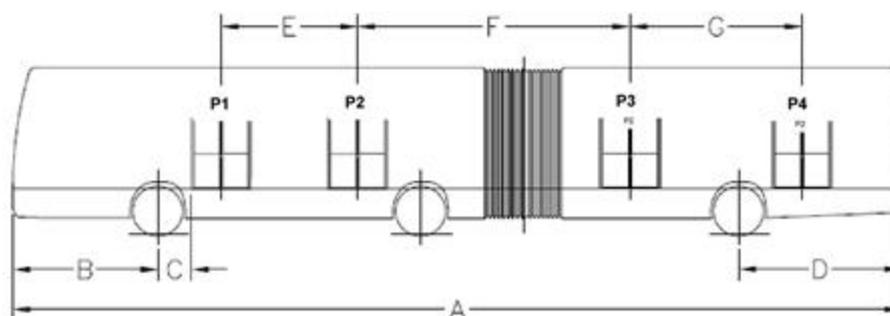
São elas:

**1- Modularização das portas:** Importante salientar que todas as análises que norteiam o resultado final do estudo que foi realizado e revisado entre as associadas da FABUS e ANFAVEA, consideram as informações das montadoras (nos diversos modelos de chassis) na atual fase do PROCONVE – Fase P5 (euro III) e também para os novos modelos da Fase P7 (euro V).

Para tanto, sugerimos as seguintes recomendações, cuja modularização (entre centros das portas) para o lado esquerdo e com acesso ao nível do piso do veículo é a seguinte:

1.1 Veículos com articulação:

1.1.1 Veículos articulados (6x2) com comprimento máximo de 21 metros:



**FIGURA 1**

- As distâncias entre os centros das portas contemplam comprimentos de 18,6 até 21 metros:

**E = distância da 1ª porta até a 2ª porta = 2.850 mm**

**F = distância da 2ª porta até a 3ª porta = 5.700 mm**

**G = distância da 3ª porta até a 4ª porta = 3.600 mm**

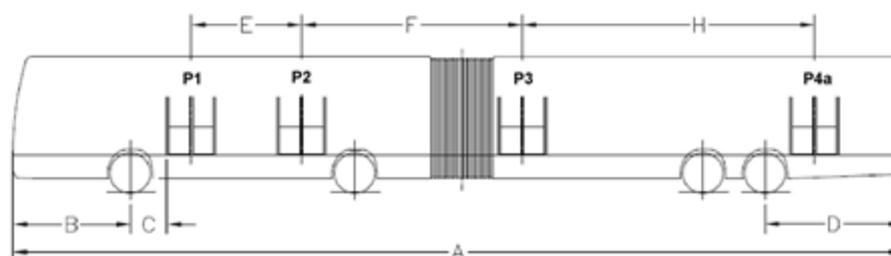
- **NOTA1:** Para atender o comprimento máximo de 21 metros a medida "C" poderá variar em função do tipo de chassis.

- **NOTA2:** Demais dimensões da figura e observações, verificar TABELA 1 com dimensões gerais.

Av. Ibiáú, 331 – 6º andar – Bairro Moema – CEP 04524-020  
 SÃO PAULO – SP – BRASIL – TELEFONE: (011) 5052-2043 - - FAX: (011) 5054-2774  
 E-MAIL [fabus@fabus.com.br](mailto:fabus@fabus.com.br) – [www.fabus.com.br](http://www.fabus.com.br) INSCR. C.C.M. 8.497.057-0 - INSCRIÇÃO C.N.P.J.(M.F.) 33.053.935/0001-95



### 1.1.2 Veículos articulados (8x2) com comprimento máximo de 23 metros:



**FIGURA 2**

- A distância entre os centros das portas contempla o comprimento máximo de 23 metros:

**E** = distância da 1ª porta até a 2ª porta = 2.850 mm

**F** = distância da 2ª porta até a 3ª porta = 5.700 mm

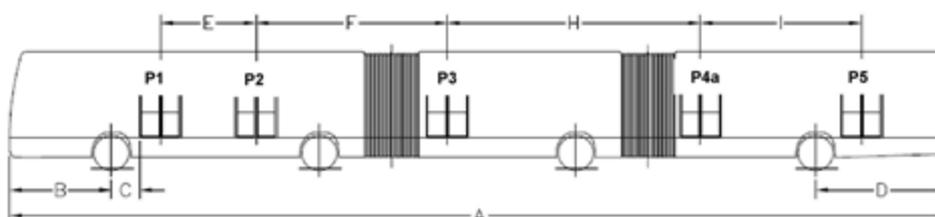
**H<sup>(1)</sup>** = distância da 3ª porta até a 4ª porta = 7.550 mm

(<sup>1</sup>) Para veículos cujo comprimento é inferior a 23 metros a medida H (distância da 3ª porta até a 4ª porta) poderá variar em função do comprimento final do veículo.

- **NOTA:** Demais dimensões da figura e observações, verificar TABELA 1 com dimensões gerais.

### 1.1.3 Veículos biarticulados com comprimento de 28 a 30 metros

As premissas de projeto devem seguir o mesmo princípio das informações citadas acima, porém adaptando o comprimento do veículo (que pode chegar até 28 / 30 m – conforme previsto na norma ABNT NBR 15570) e a quantidade de portas e respectiva modularização em conformidade com os parâmetros de projeto da montadora e encarroçadora, mas que seguem os mesmos princípios indicados anteriormente para os veículos articulados



**FIGURA 3**

Av. Ibiáú, 331 – 6º andar – Bairro Moema – CEP 04524-020  
 SÃO PAULO – SP – BRASIL – TELEFONE: (011) 5052-2043 - - FAX: (011) 5054-2774  
 E-MAIL: [fabus@fabus.com.br](mailto:fabus@fabus.com.br) – [www.fabus.com.br](http://www.fabus.com.br) INSCR. C.C.M. 8.497.057-0 - INSCRIÇÃO C.N.P.J.(M.F.) 33.053.935/0001-95



- A distância entre os centros das portas contempla veículos de até 28 metros:

**E = distância da 1ª porta até a 2ª porta = 2.850 mm**

**F = distância da 2ª porta até a 3ª porta = 5.700 mm**

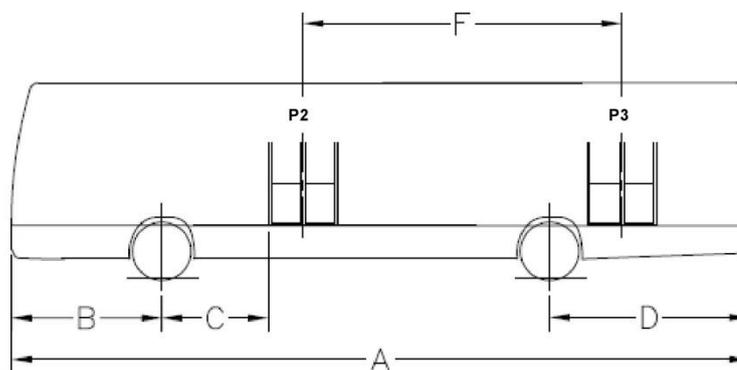
**H = distância da 3ª porta até a 4ª porta = 7.550 mm**

**I = distância da 4ª porta até a 5ª porta = 4.800 mm**

- **NOTA:** Demais dimensões da figura e observações, verificar TABELA 1 com dimensões gerais.

## 1.2 Veículos simples sem articulação:

### 1.2.1 Veículos simples (4x2) com comprimento acima de 12 metros até 13,4 metros



**FIGURA 4**

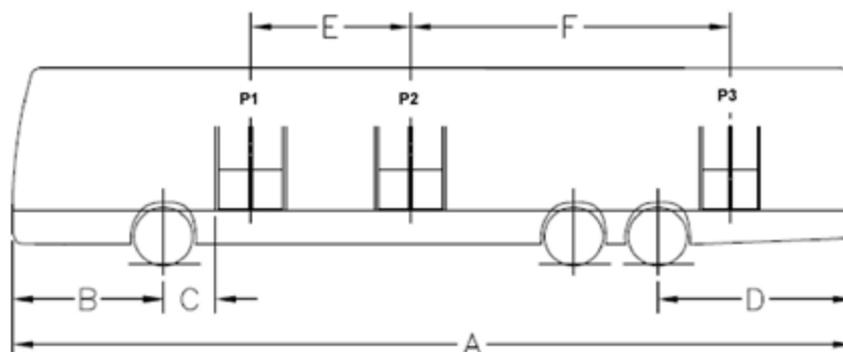
- A distância entre os centros das portas, contempla veículos de até 13,4 metros:

**F = distância da 1ª porta até a 2ª porta = 5.700 mm**

- **NOTA:** Demais dimensões da figura e observações, verificar TABELA 1 com dimensões gerais.



### 1.2.2 Veículos simples (6x2) com comprimento máximo de 15,0 metros



**FIGURA 5**

- A distância entre os centros das portas, contempla veículos de até 15 metros:
- distância da 1ª porta até a 2ª porta = 2.850 mm
- distância da 2ª porta até a 3ª porta = 5.700 mm
- NOTA: Demais dimensões da figura e observações, verificar TABELA 1 com dimensões gerais.

**1.3 Dimensões de Balanço Dianteiro (BD); Balanço Traseiro (BT); e distância do eixo dianteiro até o início da 1ª porta (estrutura):** Para facilitar o entendimento e o resultado das várias combinações e configurações de chassis e carrocerias, o resultado será apresentado na TABELA 1 e de acordo com as indicações representadas nas figuras ilustrativas de 1 a 5.

**1.3.1 Todas estas dimensões dependem das formas geométricas das carrocerias e do modelo de chassi.**



#### 1.4 Resumo da “Galeria Técnica” de Opções de Modelos de Veículos e Respectiva Modularização e Dimensões principais:

1.4.1 As dimensões gerais indicadas na tabela abaixo, representam a faixa de variações que poderão ocorrer nas diversas configurações dos veículos em função da tecnologia disponível dos vários tipos e fornecedores de chassis e de carrocerias.

Dim. (mm)	Articulado (6X2)	Articulado (8X2)	Biarticulado	Padron Veic. simples s/articulação	OBSERVAÇÕES:
A	≤ 18.600 até 21.000 <sup>(1)</sup>	> 20.000 até 23.000 <sup>(1)</sup>	≤ 28.000 até 30.000 <sup>(1)</sup>	>12.000 (4x2) até 15.000 (6x2) <sup>(1)</sup>	Ver notas abaixo da tabela
B	2.550 até 3.100	2.550 até 3.100	2.550 até 3.100	2.550 até 2.900	
C	620 até 3.400	620 até 1.240	620 até 2.200	620 até 2.200	
D	3.100 até 4.500	3.100 até 4.500	3.100 até 4.500	3.100 até 3.800	
E	2.850	2.850	2.850	2.850	Nas dimensões E;F;G;H;I; é necessário prever uma tolerância de $\pm 100$ mm para garantir a amarração e reforço estrutural do veículo
F	5.700	5.700	5.700	5.700	
G	3.600	-	-	-	
H	-	7.550	7.550	-	
I	-	-	4.800	-	
J <sup>(4)</sup>	950 <sup>(5)</sup>	950 <sup>(5)</sup>	950 <sup>(5)</sup>	950 <sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup> necessário prever tolerância de $\pm 20$ mm
<sup>(1)</sup>	É admitido comprimento maior que 18,60m desde que possua AET – ver item 5				
<sup>(2)</sup>	É admitido comprimento até 30m desde que possua AET – ver item 5				
<sup>(3)</sup>	Admite-se o comprimento do ônibus Padron 4x2 até 13,40 m e para 6x2 de até 15 m, desde que o veículo seja dotado de 3º eixo de apoio direcional– ver item 5				
<sup>(4)</sup>	Altura do piso do ônibus em relação ao solo na região de embarque e desembarque- FIGURA 7				

**TABELA 1 - Dimensões Gerais**

1.4.2 Importante notar que algumas dimensões indicam uma faixa de variação considerada necessária em função dos diversos modelos e configurações de chassis e carrocerias.

1.4.3 As dimensões indicadas entre os centros das portas (representadas pelas letras E; F; G; H; I), consideram e contemplam as dimensões máximas dos veículos.



1.4.3.1 Nessas dimensões, é necessário prever uma tolerância de  $\pm 100\text{mm}$  para garantir a amarração e reforço estrutural do veículo.

## 2- Vão livre das Portas posicionadas na lateral esquerda (LE):

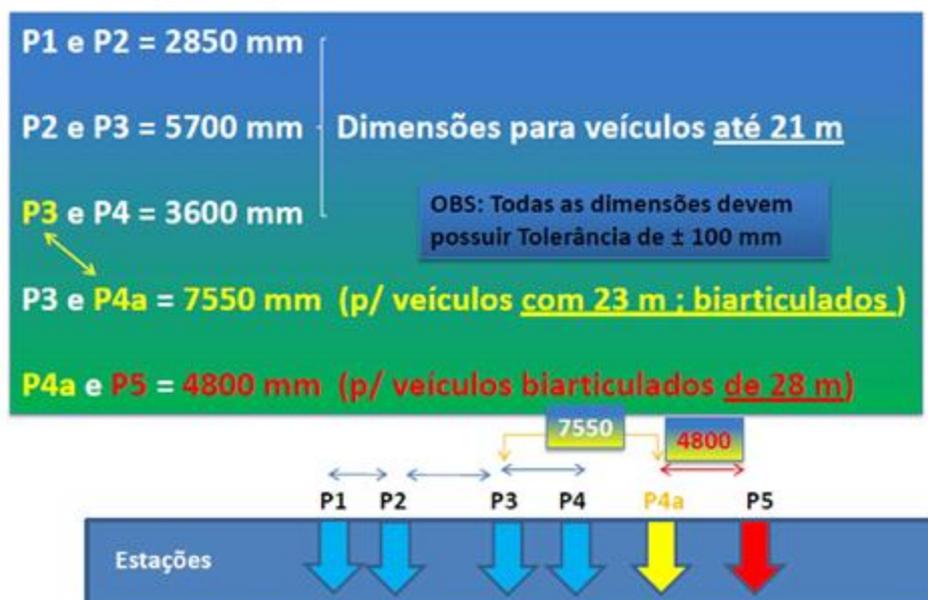
2.1 Nos veículos com motor traseiro, dependendo do espaço resultante entre o rodado traseiro e os periféricos do motor, a última porta poderá ter vão livre de 950mm.

2.2 Caso o veículo necessite de portas nos dois lados, a viabilidade e posicionamento das mesmas deverão ser analisados conjuntamente pelos fabricantes e órgãos gestores.

2.3 Nos veículos articulados **6X2 e 8x2**, o vão livre (abertura das portas LE) considerado neste estudo é de **1.100 mm** para a **1ª; 2ª e 3ª** portas, exceto para a **4ª** porta, pois que alguns modelos de chassis limitam o vão livre em **950 mm, conforme indicado em 2.1.**

2.4 Nos veículos simples **4x2 e 6x2**, o vão livre da última porta quando localizada no balanço traseiro também poderá resultar em **950 mm.**

## 3- Resultado da combinação da modularização das portas nos Veículos X quantidade de portas nas Estações:



**FIGURA 6**



**3.1** A quantidade de portas nas estações vai depender da utilização e combinação dos veículos articulados e biarticulados, que poderá ser de no **mínimo 4** e no **máximo 6** portas.

**3.1.1** Caso o sistema opere com veículos articulados 6x2 de até 21 metros, a quantidade de portas nas estações será de até **4**.

**3.1.2** Caso o sistema opere com veículos articulados 8x2 de comprimento acima de 20 metros e até 23 metros, a quantidade de portas nas estações será de até **4**, observando a variação da modulação de **P3** para **P4a**.

**3.1.3** Caso o sistema opere com as duas possibilidades de veículos articulados 6x2 e 8x2, a quantidade de portas nas estações será de até **5**.

**3.1.4** Caso o sistema opere somente com veículos biarticulados, a quantidade de portas nas estações será de até **5**.

**3.1.5** Caso o sistema opere com veículos biarticulados e articulados 6x2 de comprimento acima de 20 metros e até 23 metros, a quantidade de portas nas estações será de até **6**.

**3.1.6** Caso o sistema opere com veículos biarticulados e articulados 8x2 de comprimento acima de 20 metros e até 23 metros, a quantidade de portas nas estações será de até **5**.

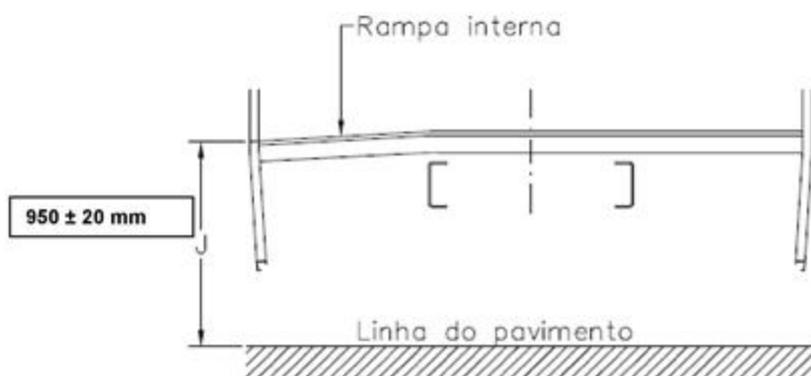
**3.1.7** Os veículos Padron (simples sem articulação), tanto **4x2** como **6x2**, se adaptam em qualquer uma das opções anteriores conforme indicado nas figuras 4 e 5.

**3.2** Nos veículos, a tolerância de  $\pm 100\text{mm}$  indicada entre os centro de portas, é necessária para garantir a amarração e reforço estrutural do veículo (chassi e carroceria).

**3.2.1** Nas estações e terminais de parada, é importante prever uma largura de abertura maior que a existente no veículo que é de **1.100 mm**. A largura sugerida para as portas nas estações é de **1.800 mm**, para permitir eventual desalinhamento do veículo com as estações, de modo a flexibilizar a operação nos pontos de parada e garantindo maior segurança da operação de embarque e desembarque.

#### **4- Altura do piso do ônibus em relação ao solo na região de embarque e desembarque para a definição da altura das estações do sistema BRT:**

Para viabilizar a montagem de todos os modelos de chassis disponíveis no mercado (padron, articulado e biarticulado), esta altura (**J**) deverá ser de **950 mm** com tolerância de  $\pm 20\text{ mm}$ . Ver figura ilustrativa abaixo.



**FIGURA 7**

#### 5- Dimensões máximas (comprimento e largura) dos veículos:

**5.1 Para os veículos articulados, o comprimento** máximo regulamentado (indicado na tabela de dimensões gerais - item "A"), é de **18,60 m**. Porém, é permitido comprimento maior conforme o tipo de chassi, que de acordo com a tecnologia atual, é possível fornecer veículos articulados **6x2** com o comprimento máximo de até **21 m** e **8x2** até **23 m** abrangidos pela legislação, mas para a circulação do mesmo, o veículo deverá possuir uma AET – autorização especial de trânsito.

**5.2 Para os veículos biarticulados, o comprimento total máximo** admitido pela ABNT NBR 15570 é de **30 metros**.

**5.3 Para os veículos Padron, o comprimento** máximo (indicado na tabela de dimensões gerais - item "A") para os veículos **4x2**, poderá atingir até **13,40 m** e para os veículos **6x2** até **15 m**. Este último, desde que dotado de 3º eixo de apoio direcional e previsto na norma ABNT NBR 15570.

**5.4 A largura máxima** para ambos, será de **2,60 m**, conforme previsto na NBR 15570, exceto com a projeção dos espelhos, que poderá chegar a **3,10 m**.

**6- Configuração do veículo (lotação considerando as várias possibilidades de portas – LE e LD):** Esta análise é específica e dependerá da configuração interna, número de portas, equipamentos opcionais – sistema de refrigeração – e principalmente dos limites admissíveis dos chassis e deverá ser realizada em conjunto com as montadoras e órgãos gestores, principalmente em relação às cargas nos eixos e também em função das características dos chassis euro 5 para início de 2012.



**7- Tabela orientativa de valores máximos admissíveis por eixo**, especificados pelas montadoras para as configurações indicadas na **TABELA 2**:

**7.1 Valores recomendados para o dimensionamento do pavimento:**

A tabela abaixo, indica os valores máximos de carga que o veículo poderá suportar por eixo e o PBT. A recomendação é que de acordo com os veículos que serão utilizados no sistema, inclusive no futuro, o pavimento esteja corretamente dimensionado prevendo as cargas admitidas nos eixos e no PBT, inclusive eventuais coeficientes de sobrecarga e de segurança, visando a durabilidade do pavimento.

Carga (Kg)	Mod. <sup>(1)</sup>	Eixo Dianteiro	Eixo Intermed. 1	Eixo Intermed. 2	Eixo Traseiro	PBT
Classe Veículo	chassi					
Biarticulado	Mod. 1	7.500	12.000	10.500	10.500	40.500
Articulado 8x2	Mod. 1	7.100	11.500	-	19.800	37.000
	Mod. 2	7.500	9.500	-	17.500	34.500
Articulado 6x2	Mod. 1	7.000	10.000	-	13.000	28.000
	Mod. 2	7.100	10.230	-	12.000	28.600
	Mod. 3	7.500	12.000	-	10.500	30.000
Padron 6x2	Mod. 1	7.500	-	-	17.500	25.000
Padron 4x2	Mod. 1	7.000	-	-	11.500	18.500
	Mod. 2	7.500	-	-	12.000	19.500
	Mod. 3	7.500	-	-	11.500	18.000
	Mod. 4	6.500	-	-	11.500	18.000
<b>OBS:</b>	(1)	Para cada Classe de veículo existem opções de Modelos de chassis (Mod.1;2;3;4) cujos valores dos admissíveis estão representados nesta TABELA 2				

**TABELA 2 – Valores Admissíveis máximos por Eixo**

**NOTA1:** Observar que, conforme a Classe do veículo (Biarticulado, Articulado, Padron), o valor do maior admissível por eixo ou PBT, nem sempre é respectivo ao mesmo modelo de chassi.

**NOTA2:** As informações contidas na tabela, contém os valores de catálogo. A manutenção ou alteração dos mesmos é de responsabilidade das montadoras.